

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2003-297888

(43) Date of publication of application : 17.10.2003

(51) Int.CI.

H01L 21/66  
G01B 11/30  
G01N 21/956

(21) Application number : 2002-086511

(71) Applicant : ISOA INC  
TOKYO ELECTRON LTD

(22) Date of filing : 26.03.2002

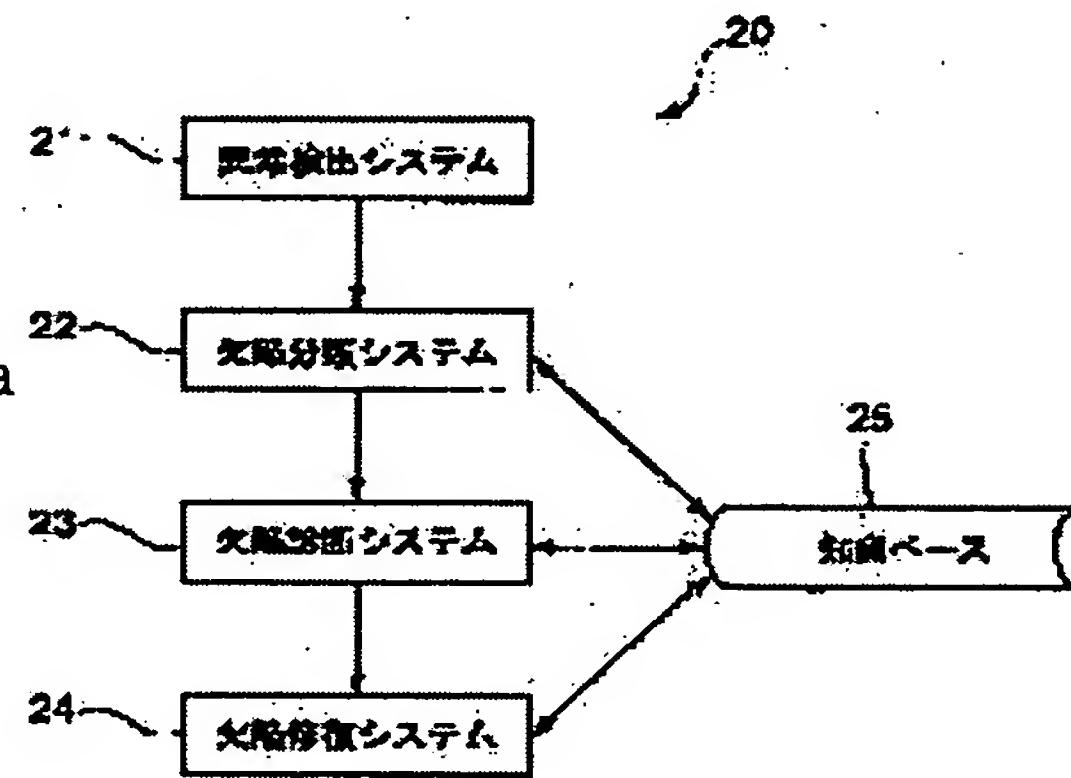
(72) Inventor : HENNESSEY A KATHLEEN  
LIN YOULING  
LIU YONGQIANG  
FU YONGHANG  
YAMASHITA TAKEHIDE  
SHIMOMURA ICHIRO

## (54) OPTICAL INSPECTING METHOD AND OPTICAL INSPECTION SYSTEM

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a system and a method for performing the optical inspection of a semiconductor wafer structure.

**SOLUTION:** A wafer surface is irradiated with light from a light source emitting the light composed of a plurality of wavelengths. A multi-CCD camera is arranged at a position to supplement the light diffracted at the structure of the wafer surface by first order diffraction. Thereafter, the supplemented light is discriminated into a plurality of the wavelengths, and they are turned to a CCD. A digital filter prepares a plurality of digitized diffracted images of the wafer surface in the different wavelengths. The diffraction images are integrated and analyzed so as to detect defects in the structure or can be individually analyzed. The image of a specified wavelength is selected and analyzed by utilizing a well-known diffraction pitch in the structure, and the wavelength is calculated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C);1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The process which irradiates light on a wafer front face from the light source which is the approach of conducting optical inspection of the structure of the front face of a semi-conductor wafer, and emits the light of two or more wavelength, The process which catches the light diffracted by said wafer surface structure, and the process which divides said caught light into two or more wavelength, The optical inspection approach characterized by providing the process which creates the diffraction image on said two or more front faces of a wafer generated from different wavelength, and the process which analyzes said diffraction image and detects a defect.

[Claim 2] The process which is the approach of conducting optical inspection of claim 1, and irradiates light on said wafer front face is the optical inspection approach characterized by irradiating said wafer front face by the white light which consists of two or more wavelength.

[Claim 3] The process which catches the light which is the approach of conducting optical inspection of claim 2, and was diffracted according to said surface structure is the optical inspection approach characterized by providing further the process which catches the light in a primary angle of diffraction using the camera which has two or more charge coupling mold devices which catch the light of two or more wavelength fields.

[Claim 4] The process which is the approach of conducting optical inspection of claim 3, and catches light using said camera is the red of a light field, and the optical inspection approach characterized by green and catching light with the camera which has three charge coupling mold devices which catch the light which has blue wavelength.

[Claim 5] The process which is the approach of conducting optical inspection of claim 4, and creates two or more of said diffraction images is said red, the process which digitizes green and the light caught with the camera which catches blue wavelength, and said red and the optical inspection approach characterized by green and to provide the process which creates the digital diffraction image on said front face of a wafer in each of a blue wavelength field.

[Claim 6] It is the optical inspection approach characterized by to provide further the process which is the approach of conducting optical inspection of claim 5, said surface structure analyzes said digitized diffraction image as the process as which the grid pattern which has a predetermined grid pitch determines formation, now whether it is and it is the thing of known [ pitch / said / grid ] separately when said grid pitch is not a known thing, and detects the defect of structure.

[Claim 7] It is the approach of conducting optical inspection of claim 5. Said surface structure The process which determines formation, now whether are and the grid pattern which has a predetermined grid pitch is the thing of known [ pitch / said / grid ], The optical inspection approach characterized by providing further the process which computes the wavelength of said diffracted light, and the process which analyzes said digitized diffraction image corresponding to said computed diffracted light, and detects the defect of said structure when said grid pitch is a known thing.

[Claim 8] It is the approach of conducting optical inspection of claim 5. Said surface structure The process which determines formation, now whether are and the grid pattern which has a predetermined grid pitch is the thing of known [ pitch / said / grid ], The process which determines said grid pitch when said grid pitch is not a known thing, The optical inspection approach characterized by providing further the process which computes the wavelength of said diffracted

light, and the process which analyzes the digitized diffraction image corresponding to said computed wavelength, and detects the defect of said structure.

[Claim 9] The optical inspection approach which is an approach of conducting optical inspection of claim 8, and is characterized by providing the process which catches all the spectrum images on said front face of a wafer, the process which creates the digital map of said surface structure, and the process which computes the distance between said structures equivalent to said grid pitch.

[Claim 10] The process which is the approach of conducting optical inspection of claim 9, and creates the digital map of said surface structure is the optical inspection approach characterized by providing the process which divides said wafer front face into a predetermined number of fields, and the process which creates the digital map of said surface structure in each field of said front face.

[Claim 11] The optical inspection approach which is an approach of conducting optical inspection of claim 1, and is characterized by to provide further the process which detects the wavelength covering the optical spectrum of two or more wavelength using the Rhine detector after the process which divides said caught light into two or more wavelength, and the process which identifies wavelength in order to create and analyze a digital diffraction image.

[Claim 12] The process which is the approach of conducting optical inspection of claim 1, analyzes said diffraction image, and detects the defect of said structure is the optical inspection approach characterized by to provide the process which unifies said diffraction image and forms all spectrum digital images, and the process which analyzes all said spectrum digital images and detects the defect of said structure.

[Claim 13] The optical inspection approach characterized by providing further the process in comparison with the defective type which is the approach of conducting optical inspection of claim 1, and was stored in the knowledge base which classifies said defect in the detected defect.

[Claim 14] The optical inspection approach characterized by providing further the process which diagnoses the cause of the defect detected using the process which stores the cause data which are the approach of conducting optical inspection of claim 13, and serve as a specific defect in said knowledge base, and a predetermined defective type and the cause stored in said knowledge base.

[Claim 15] An exposure means to be the system which conducts optical inspection of the structure of a semi-conductor wafer front face, and to irradiate the light which consists of two or more wavelength on said wafer front face, A prehension means to catch said light diffracted by the structure on said front face of a wafer, An image creation means to create the diffraction image on said two or more front faces of a wafer created from the wavelength from which a separation means to divide said caught light into two or more wavelength, and each differ, Optical check system characterized by providing a defective detection means to analyze said diffraction image and to detect the defect of said structure.

[Claim 16] It is the optical check system according to claim 15 characterized by being the light source which emits the white light which it is the optical check system of claim 15, and said exposure means becomes from two or more wavelength.

[Claim 17] It is the optical check system characterized by being the optical check system of claim 16 and providing the camera which has two or more charge coupling mold devices which said optical prehension means is laid in the location which catches said light in a primary angle of diffraction, and catch the light of two or more wavelength fields.

[Claim 18] It is the optical check system of claim 17, and said two or more charge coupling mold devices are red and optical check system characterized by green and catching the light of a blue light spectrum wavelength field, respectively.

[Claim 19] It is the optical check system characterized by being the optical check system of claim 18, for said separation means possessing prism in said camera, and for said prism separating said caught light, and turning said separated light to said two or more charge coupling mold devices.

[Claim 20] It is the optical check system characterized by being the optical check system of claim 19 and said image creation means possessing the digital filter which creates the digital diffraction image on reception and said front face of a wafer for the signal produced from said two or more charge coupling mold devices.

[Claim 21] Optical check system characterized by providing further the Rhine detector which is the optical check system of claim 15 and detects the wavelength covering the optical spectrum of two or more of said wavelength.

[Claim 22] Optical check system characterized by providing further an image selection means to be the optical check system of claim 15, and to choose one of said diffraction images in order to analyze the predetermined grid pitch of said wafer surface structure.

[Claim 23] The process which irradiates light on the front face of said object from the light source which is the approach of conducting optical inspection of the front face of an object, and emits the light of two or more wavelength, The process which catches the light diffracted by the front face of said object, and the process which divides said caught light into two or more wavelength, The optical inspection approach characterized by providing the process which creates the diffraction image of the front face of two or more of said objects generated from different wavelength, and the process which analyzes said diffraction image and detects the defect of said object.

[Claim 24] An exposure means to be the system which conducts optical inspection of the front face of an object, and to irradiate the light which consists of two or more wavelength on the front face of said object, A prehension means to catch said light diffracted by the structure of the front face of said object, An image creation means to create the diffraction image of the front face of two or more of said objects created from the wavelength from which a separation means to divide said caught light into two or more wavelength, and each differ, Optical check system characterized by providing a defective detection means to analyze said diffraction image and to detect the defect of said object.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to optical check system. Concretely, although this invention is not limited, it is the system and approach of an automatic optical inspection on the front face of a product which were uniformly patternized like the front face of a semi-conductor wafer using diffraction light.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] It is after processing or optical inspection of the product in down stream processing attains to even the precise inspection using a computer from a simple visual inspection. Automated inspection is quick and it is reliable, and visually, the value is increasing increasingly as the defect of a product with difficult recognition can be detected certainly, it accumulates and equipment and a technique improve.

[0003] This is applied also to the in-process inspection of the wafer of a semi-conductor. A semi-conductor wafer is manufactured by two or more stages, and performs the development of a new layer, and processing which establishes the surface structure for the functional part of the electron device built into a wafer after process termination on each stage. The structure established on each stage is formed by etching the selection field of the front face, or performing careful processing. In many cases, the field which performs etching or other processings is formed by covering the outside of the above-mentioned processing range with the protective agent called the so-called photoresist.

[0004] After a photoresist is first applied to homogeneity on the front face of the whole wafer, a front face is alternatively exposed using a mask. The property for fusibility of the field exposed by this processing to improve, or to fall changes.

[0005] Although it responds to the type of the photoresist used during development and an exposure field is held or washed, since the surface residue deteriorates, the resist pattern which protects a wafer front face is left behind. for example, Mr. Fukashi with fixed between etching processes and unprotected area -- removal -- restoration or processing is performed after that. Subsequently, the photoresist of a protective coat is removed and it leaves only a desired surface structure. On the next stage, preparations of processing are made, and a process is repeated until a desired surface structure is formed completely.

[0006] In a production process, it is desirable to inspect a wafer front face frequently, and inspection in the part in which especially photoresist structure was formed is desirable. Although many of defects can be restored and removal and re-spreading can do a photoresist comparatively easily, since restoration will become difficulty more and cost will start if the wafer which performed unjust processing is etched, as for effectiveness, it is highest rather than carrying out such restoration to detect the defect beforehand rather.

[0007] Although the wafer of a production process may conduct a visual inspection, generally an automatic check system is used. In such a system, as one of the electromagnetic energy, in many cases, the light is irradiated on this front face, and they are inspected. For computer processing, after the image made by reflection of the light from a front face is incorporated, it is changed into a digital format.

[0008] It is determined whether the abnormality pattern which this surface image data is analyzed, for example, is connected with a certain kind of defect, and a pattern which suggests this exist. Trace

and depiction of a surface structure are carried out with a technique which is called image decomposition (Image Decomposition) by the unit called a primitive.

[0009] U.S. patent application number of the name of the invention "System and Method of Optically Inspecting Manufactured Devices" which applied for such a technique on May 6, 1998 Application of 09/301, [ 074 and 301 ] On July 18, 2000 as a U.S. patent number 6,091,846 "Method and System for Anomaly Detection" which the right generated U.S. patent application number of the name of invention to say which is continuation application a part The detail is indicated by 08/156. [ 867 and 156 ] Both contents are quoted in this application specification. In a still more precise system, it is classified for next use, and is stored, and, as for the image relevant to each inspection, the comparison for a header being attached, detecting the error of the defective detection process itself, and analyzing a production process is made. A fundamental cause is specified in order to suppress the same defect as much as possible thereby from now on.

[0010] It may be inadequate for detecting a defect efficiently and comprehensively to incorporate the image of light which carried out specular reflection from the front face of a wafer. for example, a defect like focal offset -- or it turned out that the focal gap by the error at the time of the particle which \*\*\*\*\*, wafer development, etching, or exfoliation, or lack of a developer is detectable with inspection of light which carried out diffraction from the product front face. When the front face of the target wafer is so small that it forms a diffraction (or reflection) grid or the regular pattern near it and uniform enough like the semi-conductor wafer manufactured appropriately, analysis of the diffraction light is also useful.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, use of diffraction light has the problem of complicating the process of inspection. For example, since a diffraction angle is based on the degree of the pitch of a concave grating although primary thru/or several diffraction angle can be predicted in turning single wavelength light to the specific region on the front face of a wafer whose pitch (namely, the usual wafer surface distance) of a concave grating is known, when using a camera and other image prehension equipments, there is a problem that a location must be changed, according to the change accompanying the time amount of the pitch of a concave grating.

[0012] that is, the pattern (namely, pitch of a concave grating) of various front faces universally looked at by the semi-conductor wafer is suited -- making -- a camera or the light source -- either must be rearranged. It is for according to this generating the diffraction angle from which the pitch of each different concave grating differs in relation to an incident angle, and, naturally the stacking tendency of a wafer can be adjusted according to the diffraction angle expected. However, if it adjusts in this way, since it will be easy to produce an error in treatment \*\*\*\*\*, there is a problem of not being desirable.

[0013] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and it aims at offering the optical inspection approach of a semi-conductor wafer and optical check system which it is accurate and can inspect a wafer front face using the diffraction effect, avoiding the repeated adjustment at the time of inspection.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, the approach concerning the main viewpoint of this invention The process which irradiates light on a wafer front face from the light source which is the approach of conducting optical inspection of the structure of the front face of a semi-conductor wafer, and emits the light of two or more wavelength, The process which catches the light diffracted by said wafer surface structure, and the process which divides said caught light into two or more wavelength, It is characterized by providing the process which creates the diffraction image on said two or more front faces of a wafer generated from different wavelength, and the process which analyzes said diffraction image and detects a defect.

[0015] In this invention, the light source of two or more wavelength is irradiated on a wafer front face. Subsequently, the light which carried out diffraction with the structure of the include angle on the front face of a wafer equivalent to primary diffraction is caught. The caught light is divided into two or more wavelength. \*\*\*\*\* -- two or more diffraction images on the front face of a wafer are created by wavelength. Then, a diffraction image is analyzed and the defect on structure is detected. The image in specific wavelength is chosen, a surface structure is analyzed using a known grid pitch,

and the wavelength is calculated. The wavelength from which the pitch of a known concave grating differs by change in the field in which wafer front faces differ is calculated, and a different image in new wavelength is chosen and analyzed.

[0016] As a gestalt of 1 of this invention, the process which irradiates light on said wafer front face is characterized by irradiating said wafer front face by the white light which consists of two or more wavelength.

[0017] The process which catches the light diffracted according to said surface structure as a gestalt of 1 of this invention is characterized by providing further the process which catches the light in a primary angle of diffraction using the camera which has two or more charge coupling mold devices which catch the light of two or more wavelength fields.

[0018] The process which catches light, using said camera as a gestalt of 1 of this invention is characterized by the red of a light field, and catching light with green and the camera which has three charge coupling mold devices which catch the light which has blue wavelength.

[0019] As a gestalt of 1 of this invention, the process which creates said two or more diffraction images is characterized by said red and providing [ said red, the process which digitizes green and the light caught with the camera which catches blue wavelength, and ] green and the process which creates the digital diffraction image on said front face of a wafer in each of a blue wavelength field.

[0020] As a gestalt of 1 of this invention, said surface structure is characterized by providing further the process as which the grid pattern which has a predetermined grid pitch determines formation, now whether it is and is the thing of known [ pitch / said / grid ], and the process which analyzes said digitized diffraction image separately and detects the defect of structure when said grid pitch is not a known thing.

[0021] The process as which the grid pattern with which said surface structure has a predetermined grid pitch determines formation, now whether it is and is the thing of known [ pitch / said / grid ] as a gestalt of 1 of this invention, When said grid pitch is a known thing, it is characterized by providing further the process which computes the wavelength of said diffracted light, and the process which analyzes said digitized diffraction image corresponding to said computed diffracted light, and detects the defect of said structure.

[0022] The process as which the grid pattern with which said surface structure has a predetermined grid pitch determines formation, now whether it is and is the thing of known [ pitch / said / grid ] as a gestalt of 1 of this invention, When said grid pitch is not a known thing, it is characterized by providing further the process which determines said grid pitch, the process which computes the wavelength of said diffracted light, and the process which analyzes the digitized diffraction image corresponding to said computed wavelength, and detects the defect of said structure.

[0023] It is characterized by providing the process which catches all the spectrum images on said front face of a wafer, the process which creates the digital map of said surface structure, and the process which computes the distance between said structures equivalent to said grid pitch as a gestalt of 1 of this invention.

[0024] As a gestalt of 1 of this invention, the process which creates the digital map of said surface structure is characterized by providing the process which divides said wafer front face into a predetermined number of fields, and the process which creates the digital map of said surface structure in each field of said front face.

[0025] As a gestalt of 1 of this invention, it is characterized by providing further the process which detects the wavelength covering the optical spectrum of two or more wavelength using the Rhine detector, and the process which identifies wavelength in order to create and analyze a digital diffraction image after the process which divides said caught light into two or more wavelength.

[0026] The process which analyzes said diffraction image and detects the defect of said structure as a gestalt of 1 of this invention is characterized by providing the process which unifies said diffraction image and forms all spectrum digital images, and the process which analyzes said all spectrum digital images and detects the defect of said structure.

[0027] It is characterized by providing further the process in comparison with the defective type stored in the knowledge base which classifies said defect in the detected defect as a gestalt of 1 of this invention.

[0028] It is characterized by providing further the process which diagnoses the cause of the defect

detected using the process which stores the cause data used as a specific defect in said knowledge base as a gestalt of 1 of this invention, and a predetermined defective type and the cause stored in said knowledge base.

[0029] An exposure means for the system concerning another viewpoint of this invention to be a system which conducts optical inspection of the structure of a semi-conductor wafer front face, and to irradiate the light which consists of two or more wavelength on said wafer front face, A prehension means to catch said light diffracted by the structure on said front face of a wafer, A separation means to divide said caught light into two or more wavelength, and each are characterized by providing an image creation means to create the diffraction image on said two or more front faces of a wafer created from different wavelength, and a defective detection means to analyze said diffraction image and to detect the defect of said structure.

[0030] According to the gestalt of 1 of this invention, it is characterized by said exposure means being the light source which emits the white light which consists of two or more wavelength.

[0031] According to the gestalt of 1 of this invention, said optical prehension means is laid in the location which catches said light in a primary angle of diffraction, and is characterized by providing the camera which has two or more charge coupling mold devices which catch the light of two or more wavelength fields.

[0032] Thereby, avoiding the repeated adjustment at the time of inspection, using the diffraction effect, it is accurate and a wafer front face can be inspected.

[0033] According to the gestalt of 1 of this invention, said two or more charge coupling mold devices are characterized by red and catching the light of green and a blue light spectrum wavelength field, respectively.

[0034] According to the gestalt of 1 of this invention, said separation means possesses prism in said camera, said prism separates said caught light, and it is characterized by turning said separated light to said two or more charge coupling mold devices.

[0035] According to the gestalt of 1 of this invention, said image creation means is characterized by providing the digital filter which creates the digital diffraction image on reception and said front face of a wafer for the signal produced from said two or more charge coupling mold devices.

[0036] According to the gestalt of 1 of this invention, it is characterized by providing further the Rhine detector which detects the wavelength covering the optical spectrum of two or more of said wavelength.

[0037] According to the gestalt of 1 of this invention, in order to analyze the predetermined grid pitch of said wafer surface structure, it is characterized by providing further an image selection means to choose one of said diffraction images.

[0038]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. This invention is the system and approach for using the diffraction effectiveness of the electromagnetic energy at the time of performing automatic optical inspection of the front face of an object. When this invention is built appropriately, it can apply to inspection of the front face which has the surface structure which forms the pattern near the concave grating which the element of a regular pattern or a pattern reflects. As one of such the front faces, the front face of the semi-conductor wafer in a production process can be mentioned as above-mentioned. Moreover, although this invention explains the example which can be adapted for wafer inspection below, it is not limited to this and it cannot be overemphasized that it is effective in same various surface analyses.

[0039] Drawing 1 is the front view of the optical check system 10 constituted in order to inspect the semi-conductor wafer 11 in the gestalt of operation of this invention. A system 10 is used in order to detect the abnormalities of a photoresist. The optical check system 10 which is such a malfunction detection system contains the susceptor 16 holding the following light source 12, overhead image prehension equipment 13, diffraction image prehension equipment 14, control computers 15, and semi-conductor wafers 11. This light source 12 irradiates light and energy on the surface of a wafer using a laser beam, an X-ray, an ion beam, an electron, infrared radiation, ultraviolet rays, or a visible ray.

[0040] The effectiveness of this invention in which the edge on structures, such as a photoresist island edge (Photoresist Island Edge), is detected, and the great portion of capacity have the contrast

by overhead image prehension equipment 13, and it depends for them on exact measurement of the diffraction angle by diffraction image prehension equipment 14 depending on generation of a minute component edge. Therefore, as for the light source 12, it is desirable that it is the source of the coherent light which stops the light to emit to the minimum. As for overhead prehension equipment 13, it is desirable that they are one camera of the Rhine scanning-type and the overhead camera of an alias can mold. As for diffraction image prehension equipment 14, it is desirable that it is the multi-CCD camera which can catch separately the wavelength from which the light transmitted from a front face differs. As suitable image prehension equipment, a XC0033CCD alias can color camera (Sony Corp. make) is desirable.

[0041] Drawing 2 is the top view of the semi-conductor wafer 11 which has much chips 18 on a front face. In the gestalt of this operation, the wafer 11 detected is arranged at the susceptor 16 which are some optical check system 10. Susceptor 16 not only offers the base material which holds a wafer certainly, but holds a camera 13 and the light source 12 similarly. Susceptor 16 can hold now many the optical lenses and mirrors for doubling the focus and direction of light which are required of the inspection according to individual. here, it irradiates so that a wafer may be incorporated -- having -- and a demand -- digitization and storage-izing -- and it will be analyzed.

[0042] With the operation gestalt in this invention, this light source puts the white light which consists of two or more wavelength to a wafer front face in the predetermined include angle to a normal axis. Diffraction image prehension equipment 14 is a multi-CCD camera, and catches various wavelength of light reflected from the wafer front face which was able to apply this white light according to an individual here. This camera catches in more detail the light which has the red of for example, a light field, blue, and two or more wavelength fields that are green according to an individual. At this time, when caught by the camera, it does not visualize and dissociate, but these wavelength fields are performed inside a camera. Moreover, although a camera is explained to diffraction image prehension equipment 14 by the example for convenience, anythings are possible if it is equipment which catches reflection or the diffracted light according to this invention (all electromagnetic radiation is included).

[0043] Since different wavelength has originally made the diffraction image, the images caught separately differ in each other. One in the separated image which has more than one is suitable when using for the decision of whether there is any defect. While other things can still detect depending on a defect, there are some which are not detected. However, since it is difficult to predict beforehand because of decision of which image it is the most effective, it is desirable to analyze each diffraction image to each wafer.

[0044] In a desirable operation gestalt, this invention has an advantage of the diffraction phenomenon of electromagnetic energy. The regulation pattern formed of the photoresist structure developed on the wafer front face makes a reflecting grating, and diffraction occurs like specular reflection as a result. There is also a defect which becomes detectable more simply through this inspection of light that carried out diffraction.

[0045] The phenomenon of diffraction light is explained by the following relational expression.  $m \lambda = d (\sin\theta_{ai} + \sin\theta_{am})$  (1) Here, the light by which the wavelength of the light with which  $\lambda$  is irradiated by the concave grating (namely, surface structure of a wafer), and  $d$  are irradiated carries out the incident angle of the pitch of a concave grating, and the  $\theta_{ai}$ ,  $\theta_{am}$  expresses a diffraction angle and  $m$  expresses the degree of diffraction. By using the light of the single wavelength which wavelength which is performed by the current system understands, a diffraction angle is calculated and incorporates the diffraction image for which a camera is arranged appropriately and needed.

[0046] As a fault of such a system, when the pitch (separation of a surface structure) of a concave grating exists variously, and inspecting a wafer generally, it must be [ a multi-camera ] adapted, it must be used for various primary diffraction angles as a result, and it must move a camera to other locations from one location. In order to adjust to the diffraction angle to which a camera can respond, the wavelength or the incident angle of single (moving wafer of light source or object) wavelength light must be changed.

[0047] No matter these adjustments may be what things, they produce the problem which is not desirable of making defective detection processing into incorrectness. On the other hand, the system

and approach of this invention can use the fixed structure. However, immobilization means that it does not mean that it cannot adjust and the location and image prehension equipment of the light source do not need the adjustment for making it adapted for various wafer structures in normal operation as used here. Accuracy and effectiveness improve as a result.

[0048] In the desirable operation gestalt of this invention, the exposure by the white light in which a wafer contains all the wavelength of the light is carried out. other than this -- being alike -- what a different exposure spectrum was used and was generated according to discontinuous or the one or more different light sources -- or there is the light source separated separately optically. [(Although this does not relate to operation of this invention directly, it is a reason for being desirable.) 0049] As for the diffraction effectiveness camera, being arranged is desirable so that the primary concave grating formed of the range of the pitch of a concave grating can be caught. The light with which this goes into the diffraction effectiveness camera is because it separates into the image of each wavelength. Each diffraction image specifies the range of the wavelength lambda analyzed to mention later.

[0050] In other operation gestalten, the standard way of using of catching the diffraction image of full wave length acquired from the wafer which has irradiated light for analysis is also possible for overhead image prehension equipment 13. However, the image of an overhead camera is unnecessary to this invention except for the range of the data extracted from the diffraction effectiveness camera which collaborated with this invention and was analyzed. In other operation gestalten, the image of a multi-CCD camera may be recombined by the digitizer which forms a full wave length image. A full wave length image is used for other detection formats, or is used for relation with the below-mentioned diffraction impact analysis.

[0051] Drawing 3 is the block diagram showing the correlation of a subsystem with malfunction detection and the correction system (it is called "ADCS" Anomaly Detection and Correction System and the following.) 20. ADCS is one of the types used in case the image data based on the operation gestalt of this invention is analyzed. Malfunction detection and the location system 21, the detection classification system 22, the detection diagnostic system 23, the detection restoration system 24, and the knowledge base 25 are in ADCSS. Malfunction detection and the location system 21 show the location of a defect correctly. Once the location of a defect is selected, the detection classification system 22 will perform the discernment and use of the description the defective image was remembered to be, and will determine the type of the detected defect. Once a defective type is determined, the detection diagnostic system 23 will fit the defective type accumulated in the knowledge base 25, and the database of a known known-deficiency cause, and will judge the cause of a defect. After the cause of a defect is predicted, the information accumulated in the detection restoration system 24 or the knowledge base 25 is used, what can correct a defect is determined, and restoration actuation will be directed if that is right.

[0052] Drawing 4 catches the image of the desirable operation gestalt of this invention, and is the schematic diagram of the system to irradiate. The light source 12 emits the light of two or more wavelength, and uses it for the exposure of the semi-conductor wafer 11 here [ the front face and here ] where it is inspected. The light concerned is again irradiated to the front face of the wafer which uses a half-reflecting mirror which is referred to at 50/50 beam splitter. The light concerned is illuminated on the surface of a wafer by incident angle theta<sub>i</sub> to a normal axis. Drawing 4 shows the include angle of the incidence and the m-th diffraction corresponding to a and b two places on a wafer front face.

[0053] Specular reflection of the light from a front face is carried out by the same include angle and theta<sub>m</sub> (in order to clarify, this include angle is shown by only two reflective parts). According to the diffraction effectiveness produced according to the wafer surface structure, a m-th diffraction beam also spreads from these parts in include-angle theta<sub>m</sub>.

[0054] Multi-CCD camera 14 catches the light (it all comes out and a certain need is not) which carried out diffraction. The camera has prism 32 and it divides the light which carries out incidence into the wavelength to constitute. Three CCD cameras 33 catch the light from the spectrum (drawing 4 shows red, green, and blue) divided into three, and make the diffraction image divided into three.

[0055] Three caught images (according to this invention, two or three or more are sufficient) are

digitized by the digital filter 34, form a digital image, and are transmitted to a computer 15 for storage and analysis. As except it, an image is unified, all the spectrum digital images 35 are formed, and it is transmitted to a computer 15 for storage and analysis. Although it is arbitrary, after distinguishing the light in which prism 32 carries out incidence on the wavelength to constitute, a line sensor 36 may be used in order that the spectrum of the light emitted from prism using the function to analyze the diffraction image of much various wavelength hundreds may detect how the same [ as a desired thing ] it is.

[0056] Drawing 5 is the flow chart of the process of 1 operation gestalt of the approach of this invention. At step 41, three sets of CCD cameras 14 are arranged in the location of a primary diffraction angle. At step 42, the white light which becomes a wafer front face from two or more desirable wavelength is irradiated. At step 43, a surface primary diffraction image is caught by three sets of CCD cameras, and prism 32 is distinguished in step 44 on the wavelength which constitutes the caught light. At step 45, in order that the spectral-line detector 36 may detect by the function in which the spectrum of the light emitted from prism to arbitration analyzes the image of much various different wavelength [ be / how the same / as a desired thing ] hundreds, it is used. At step 46, three separate images by which three cameras CCD 33 catch the light from red, green, and a blue wavelength field, and are digitized in step 47 are created. In order to acquire the advantage of the diffraction effectiveness, the concave grating pitch d made from the surface structure of the related range is used in a formula. In that case, in order to calculate the known wavelength lambda, the include angle (bottom where the light source and a camera were fixed) of incidence and diffraction is used. A concave grating pitch is the distance between the surface structures repeated regularly. Therefore, it is determined in step 48 whether a concave grating pitch is known. If it is known, wavelength lambda will be calculated in step 49. In step 50, if the image relevant to the calculated wavelength goes into the range which is one of the images by which the wavelength was caught is calculated under an assumption. Although suitable wavelength goes into the range generally caught, all the surface structures considered creating a useful diffraction image is not that this invention requires. If not discovered at all temporarily, the second inspection approach will be used in that case. In step 51, the classification-of-defect system 22, the defective diagnostic system 23, and the knowledge base 25 are used for the classification and diagnosis of a defect to which detection and location were carried out in the analysis image.

[0057] If there is a demand when a concave grating pitch is not a thing known at step 48, it will move from the processing to step 55, and a concave grating pitch will be determined there. Count of the wavelength does not need to be performed with other operation gestalten as which a concave grating pitch is not required. In step 56, inspection and analysis be easily make according to an individual , and the prehension image divided into multiplex [ which be make by various energy wavelength ( spectrum ) ] will determine whether either of them show existence of a defect so that it may be known to be use in order that diffraction light may detect a certain defect ( for example , defect of a focal gap ) . Naturally in this operation gestalt, a concave grating pitch does not need to be known. It is because the wavelength or the include angle of the diffraction light do not need to be calculated. Regardless of the wavelength used for detection, the defect expressed to one of the images is incorporated appropriately. Of course, this operation gestalt is not co-operation in connection with activation of count. The combination of these approaches is also available.

[0058] In other operation gestalten, when a concave grating pitch is required in step 55, it moves from the processing to step 57, and check system catches the standard full spectrum image of the whole wafer according to the approach of being existing. It is desirable for the caught image to be digitized and to be accumulated in the knowledge base. In step 58, a technique like image decomposition is used and the structure on a front face is traced. And the digital map of a surface structure is developed and it is accumulated in the knowledge base concerned again. This technique is explained in more detail in the above-mentioned patent application number 08 / 156, and a patent number 6,091,846. [ 867 and 156 ] However, the vocabulary the "image" in this indication does not mean specific DS. Instead, as long as it is the format applied to analysis by this invention, regardless of a format, a setup of the data relevant to the wavelength and the spectrum which are demanded is mentioned.

[0059] The caught front face is divided into a predetermined number of fields in step 59. And it is

determined whether each structure map contains the regular structure pattern with which it is analyzed and the range reacts to diffraction analysis. When contained, the distance during a pattern configuration is calculated in step 60. The concave grating pitch  $d$  of return and a formula (1) is used for step 49 after that. And when a known incident angle and a known diffraction angle (connected with bearing of the diffraction effectiveness camera) (from the fixed light source) are added, wavelength  $\lambda$  is calculated using this pitch. Although it is desirable again that primary diffraction is used for count, the secondary diffraction [ 3rd ] is used similarly. According to the processing mentioned above, having assumed that the specific separation image caught according to the individual is in agreement with the range of the diffraction effectiveness camera with which is within the limits of the calculated wavelength and the wavelength calculated again presents use, it is inspected corresponding to the defect of the field which poses a problem.

[0060] When one or more cameras or the light sources are available, whether whose being used for the predetermined field on the front face of a wafer, and the above-mentioned processing being performed and the process to determine may be included. Or it is also possible to use it combining one or more the light source/cameras. Here, although inspection which relates to this invention by which is used may irradiate a series of diffraction induction types, it is good also as an exposure process of 1 time by the proper wavelength determined, for example from the prehension image of all spectrums.

[0061] Although the front face used for the decision of the grid pitch on structure or the surface field is beforehand determined with the operation gestalt mentioned above based on the desired surface structure, it is also possible to analyze the structure map of the surface image caught, for example besides it, and the field part of a different pitch can also be determined by this analysis. The permissible dose decided beforehand functions in order to guarantee that this front face is not superfluously divided in this case. In analysis of each field, as mentioned above, the suitable wavelength for acquiring a primary diffraction (or two or more order) image is calculated, and subsequently a defect is determined. Although it is necessary to adjust equipment or an inspection sample physically conventionally, since there is such no need, when the exposure of the light of two or more one wavelength performs diffraction analysis of some fields in this invention and it is useful, the effectiveness of this invention is serious.

[0062] In the thing of intention that the operation gestalt explained above clarifies the technical contents of this invention to the last, this invention is limited only to such an example, is not interpreted in a narrow sense, it is the range stated to the pneuma and the claim of this invention, and can change many things and can be carried out.

[0063]

[Effect of the Invention] Avoiding the repeated adjustment at the time of inspection, as explained above, using the diffraction effect, it is accurate and a wafer front face can be inspected.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] In order that the semi-conductor wafer by the gestalt of desirable operation of this invention may inspect, it is the front view of the constituted optical check system.

[Drawing 2] It is the front view of the semi-conductor wafer which has two or more chips on a front face.

[Drawing 3] It is a block diagram illustrating the interrelation of the subsystem of ADCS by the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 4] It is the simplified schematic of the lighting and image prehension by the gestalt of desirable operation of this invention.

[Drawing 5] It is the flow chart of the process which shows the gestalt of 1 operation of the approach of this invention.

**[Description of Notations]**

10 Optical Check System

11 Semi-conductor Wafer

12 Light Source

13 Overhead Image Prehension Equipment

14 Diffraction Image Prehension Equipment

15 Control Computer

16 Susceptor

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

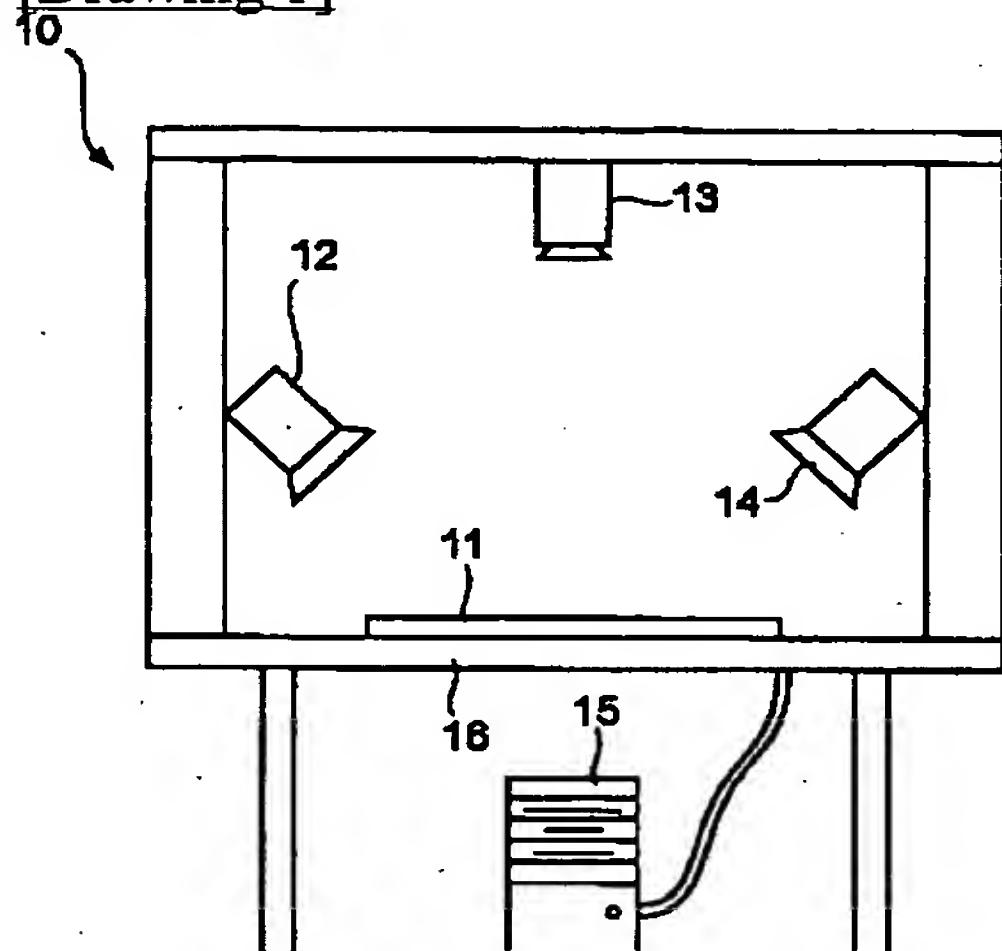
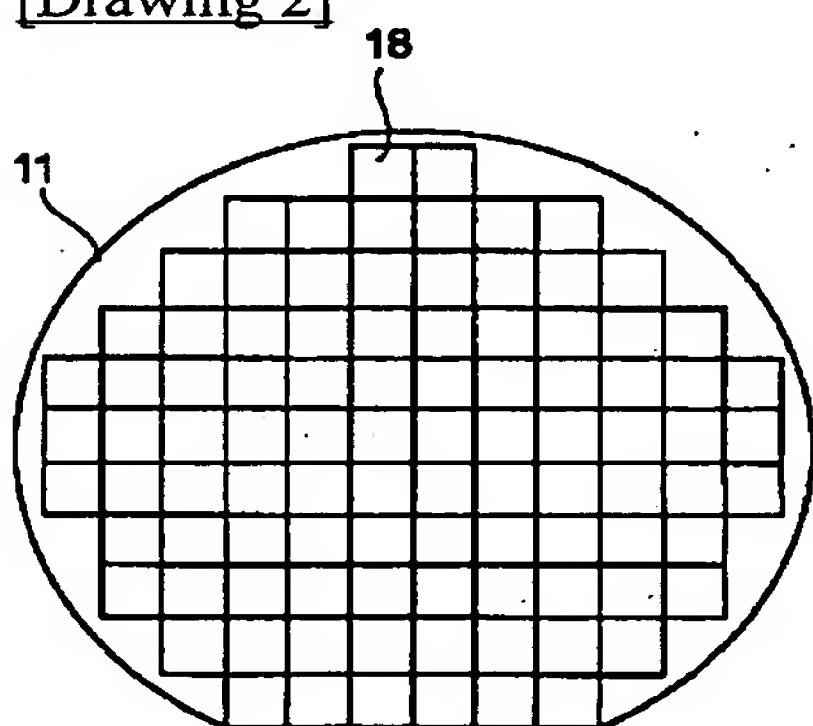
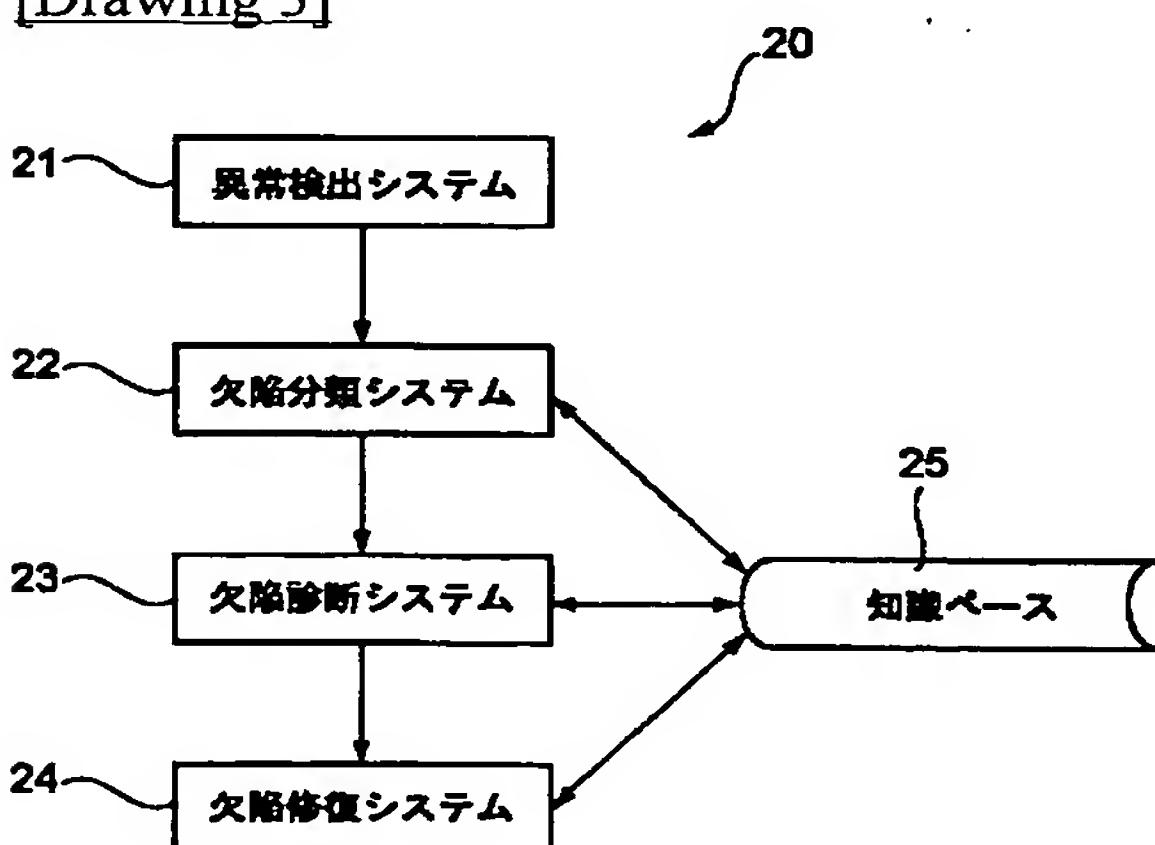
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

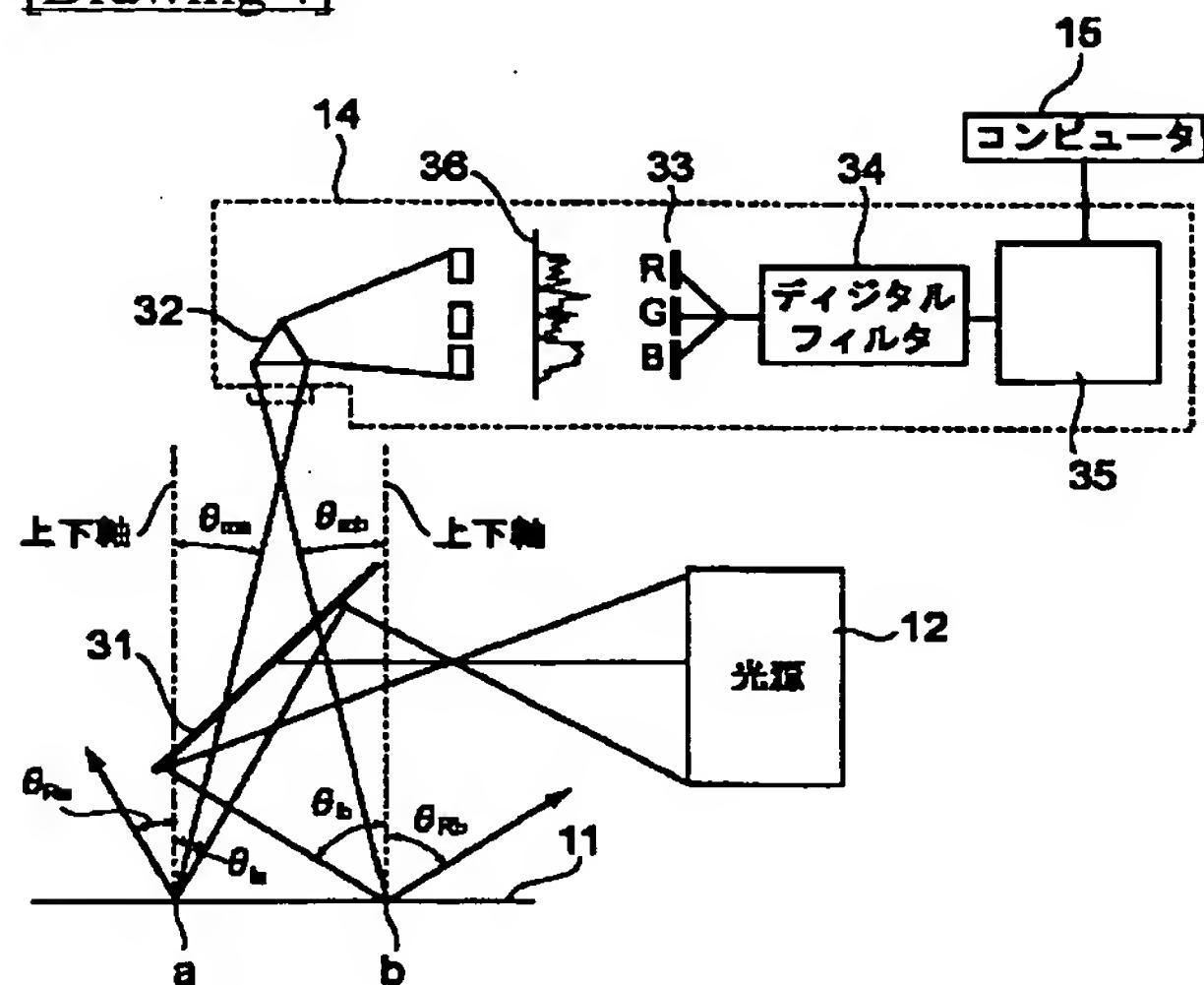
---

**DRAWINGS**

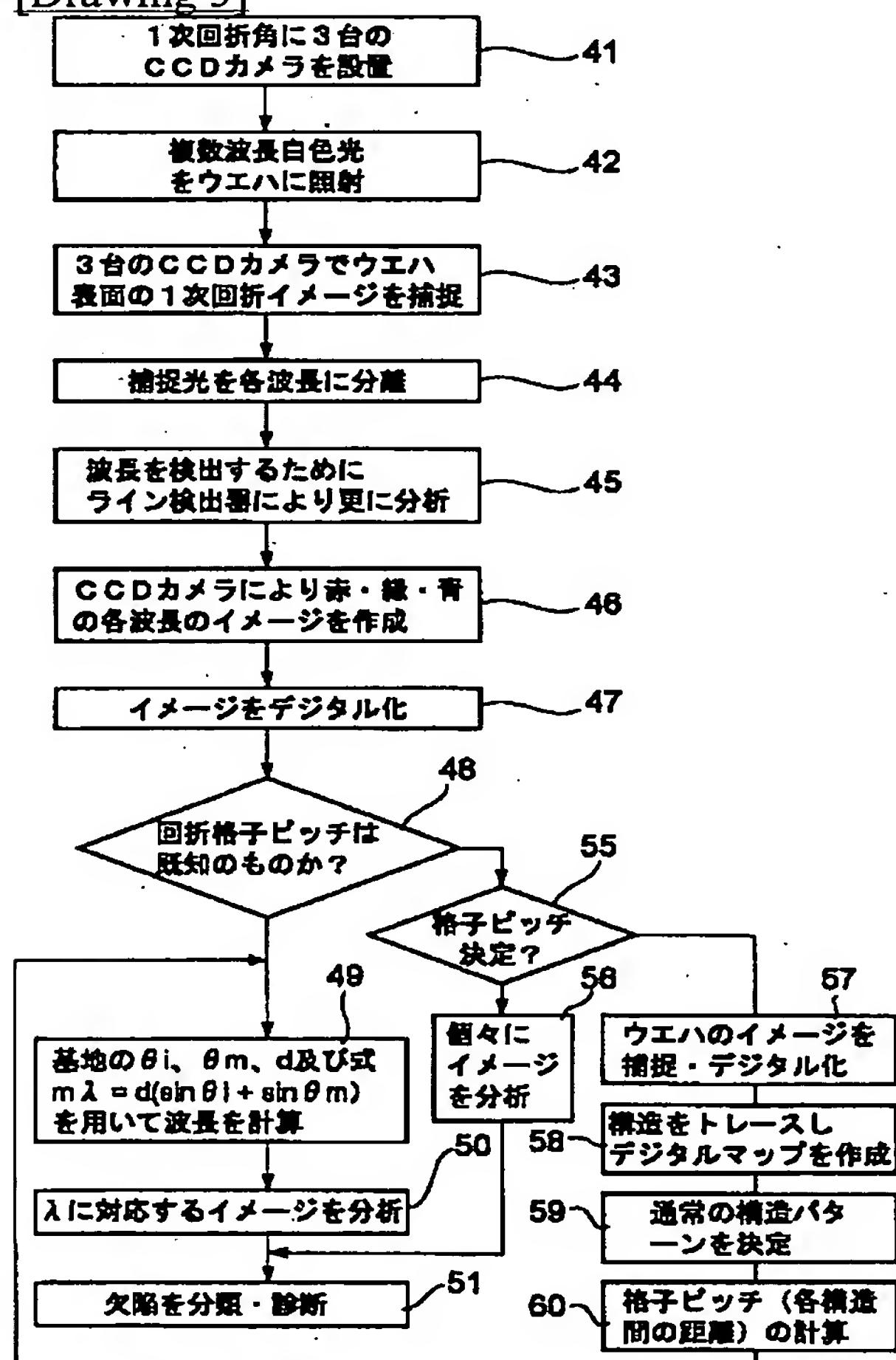
---

**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**

[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-297888  
(P2003-297888A)

(43)公開日 平成15年10月17日 (2003.10.17)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 L 21/66  
G 01 B 11/30  
G 01 N 21/956

識別記号

F I  
H 01 L 21/66  
G 01 B 11/30  
G 01 N 21/956

テマコード(参考)  
J 2 F 0 6 5  
A 2 G 0 5 1  
A 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数24 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2002-86511(P2002-86511)

(22)出願日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

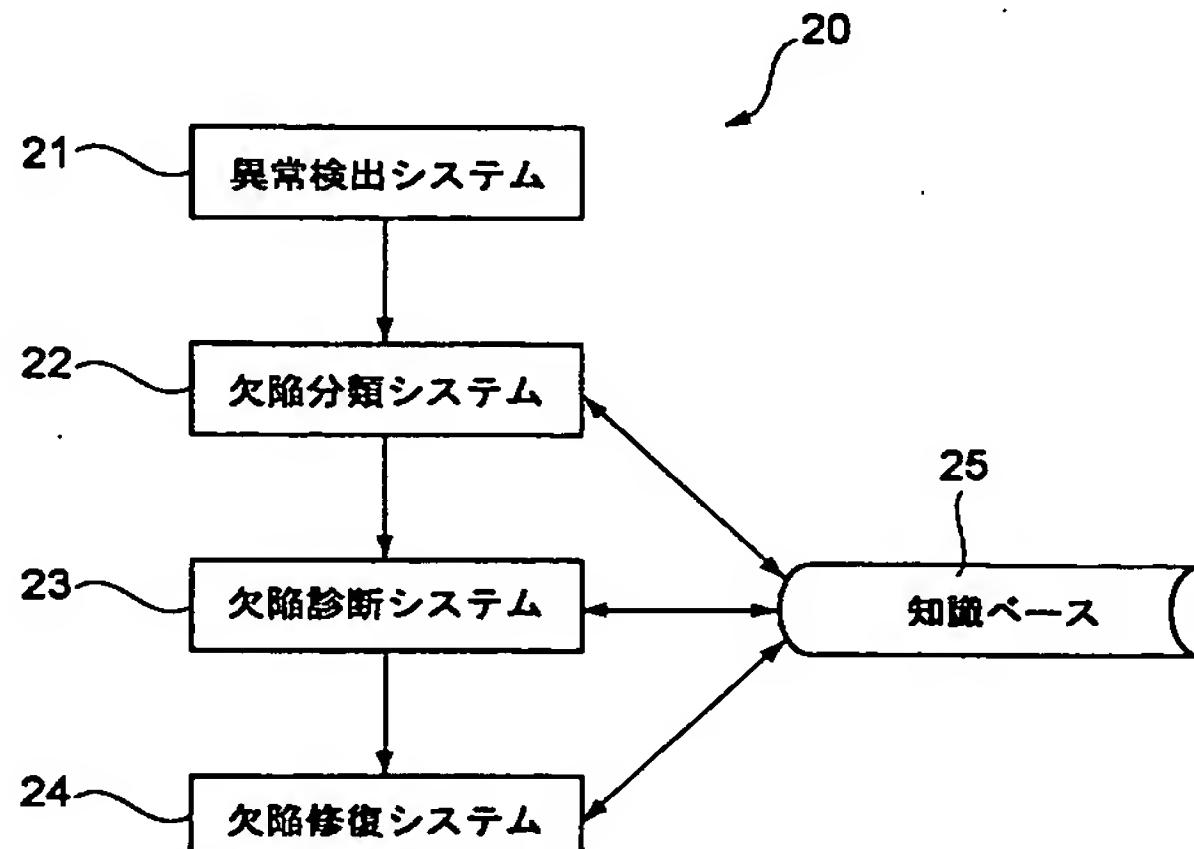
(71)出願人 502106912  
アイエスオーワー、 インク  
アメリカ合衆国 75080 テキサス州 リ  
チャードソン、 スイート 200、 ウエ  
ストキャンベルロード 1100  
(71)出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂五丁目3番6号  
(74)代理人 100104215  
弁理士 大森 純一

(54)【発明の名称】光学的検査方法及び光学的検査システム

(57)【要約】

【課題】 半導体ウェハ構造の光学的検査を実行するシステムおよび方法である。

【解決手段】 ウェハ表面は複数の波長からなる光を発する光源から該光が照射される。マルチCCDカメラは、1次回析によりウェハ表面の構造で回析した光を補足する位置に配置される。その後、補足された光は、複数の波長に区別され、それらはCCDに向かわれる。デジタルフィルタは、異なる波長における、ウェハ表面の複数のデジタル化された回析イメージを作成する。回析イメージは、構造中の欠陥を検出するために統合及び分析がされ、または個々の分析が行われてもよい。特定の波長のイメージは、公知の構造中の回析ピッチを利用して、選別及び分析がされ、波長を計算することになる。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェハの表面の構造の光学的な検査を行う方法であって、  
 複数の波長の光を発する光源からウェハ表面に光を照射する工程と、  
 前記ウェハ表面構造により回折された光を捕捉する工程と、  
 前記捕捉した光を複数の波長に分離する工程と、  
 異なる波長から生成された複数の前記ウェハ表面の回折イメージを作成する工程と、  
 前記回折イメージを分析して欠陥を検出する工程とを具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項2】 請求項1の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記ウェハ表面に光を照射する工程は、複数の波長からなる白色光で前記ウェハ表面を照射することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項3】 請求項2の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記表面構造により回折した光を捕捉する工程は、複数の波長領域の光を捕捉する複数の電荷結合型デバイスを有するカメラを用いて一次回折角における光を捕捉する工程を更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項4】 請求項3の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記カメラを用いて光を捕捉する工程は、可視光領域の赤、緑及び青の波長を有する光を捕捉する3つの電荷結合型デバイスを有するカメラにより光を捕捉することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項5】 請求項4の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記複数の回折イメージを作成する工程は、  
 前記赤、緑及び青の波長を捕捉するカメラにより捕捉された光をデジタル化する工程と、  
 前記赤、緑及び青の波長領域のそれぞれにおける前記ウェハ表面のデジタル回折イメージを作成する工程とを具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項6】 請求項5の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パターンが形成しているものであり、  
 前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、  
 前記格子ピッチが既知のものでない場合、前記デジタル化した回折イメージを個々に分析して構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項7】 請求項5の光学的な検査を行う方法であって、  
 前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パター

10

20

30

30

40

50

ンが形成しているものであり、

前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、

前記格子ピッチが既知のものである場合、前記回折光の波長を算出する工程と、

前記算出された回折光に対応した前記デジタル化した回折イメージを分析し、前記構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項8】 請求項5の光学的な検査を行う方法であって、

前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パターンが形成しているものであり、

前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、

前記格子ピッチが既知のものでない場合、前記格子ピッチを決定する工程と、

前記回折光の波長を算出する工程と、

前記算出した波長に対応するデジタル化した回折イメージを分析し、前記構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項9】 請求項8の光学的な検査を行う方法であって、

前記ウェハ表面の全スペクトルイメージを捕捉する工程と、

前記表面構造のデジタルマップを作成する工程と、

前記格子ピッチに相当する前記構造間の距離を算出する工程とを具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項10】 請求項9の光学的な検査を行う方法であって、

前記表面構造のデジタルマップを作成する工程は、  
 前記ウェハ表面を所定の数の領域に分割する工程と、

前記表面の各領域における前記表面構造のデジタルマップを作成する工程とを具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項11】 請求項1の光学的な検査を行う方法であって、

前記捕捉した光を複数の波長に分離する工程の後、  
 ライン検出器を用いて複数の波長の光スペクトルにわたる波長を検出する工程と、

デジタル回折イメージを作成し、分析するために、波長を識別する工程とを更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項12】 請求項1の光学的な検査を行う方法であって、

前記回折イメージを分析して前記構造の欠陥を検出する工程は、

前記回折イメージを統合して全スペクトルデジタルイメージを形成する工程と、

前記全スペクトルデジタルイメージを分析して前記構造の欠陥を検出する工程とを具備することを特徴とする光

学的検査方法。

【請求項13】 請求項1の光学的な検査を行う方法であって、

検出された欠陥を、前記欠陥の分類を行う知識ベースに格納された欠陥タイプと比較する工程を更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項14】 請求項13の光学的な検査を行う方法であって、

前記知識ベースに特定の欠陥となる原因データを格納する工程と、

所定の欠陥タイプと前記知識ベースに格納された原因とを用いて検出された欠陥の原因を診断する工程とを更に具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項15】 半導体ウェハ表面の構造の光学的な検査を行うシステムであって、

複数の波長からなる光を前記ウェハ表面に照射する照射手段と、

前記ウェハ表面の構造により回折された前記光を捕捉する捕捉手段と、

前記捕捉された光を複数の波長に分離する分離手段と、それぞれ異なる波長から作成された複数の前記ウェハ表面の回折イメージを作成するイメージ作成手段と、前記回折イメージを分析して前記構造の欠陥を検出する欠陥検出手段とを具備することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項16】 請求項15の光学的検査システムであって、

前記照射手段は複数の波長からなる白色光を発する光源であることを特徴とする請求項15に記載の光学的検査システム。

【請求項17】 請求項16の光学的検査システムであって、

前記光捕捉手段は、一次回折角における前記光を捕捉する位置に載置され、複数の波長領域の光を捕捉する複数の電荷結合型デバイスを有するカメラを具備することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項18】 請求項17の光学的検査システムであって、

前記複数の電荷結合型デバイスは、それぞれ赤、緑及び青の可視光スペクトル波長領域の光を捕捉することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項19】 請求項18の光学的検査システムであって、

前記分離手段は、前記カメラ内にプリズムを具備し、前記プリズムは、前記捕捉した光を分離し、前記複数の電荷結合型デバイスへ前記分離した光を向けることを特徴とする光学的検査システム。

【請求項20】 請求項19の光学的検査システムであって、

前記イメージ作成手段は、前記複数の電荷結合型デバイ

スから生じた信号を受け取り、前記ウェハ表面のデジタル回折イメージを作成するデジタルフィルタを具備することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項21】 請求項15の光学的検査システムであって、

前記複数の波長の光スペクトルにわたる波長を検出するライン検出器を更に具備することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項22】 請求項15の光学的検査システムであって、

前記ウェハ表面構造の所定の格子ピッチを分析するために前記回折イメージのうち1つを選択するイメージ選択手段を更に具備することを特徴とする光学的検査システム。

【請求項23】 対象物の表面の光学的な検査を行う方法であって、

複数の波長の光を発する光源から前記対象物の表面に光を照射する工程と、

前記対象物の表面により回折された光を捕捉する工程と、

前記捕捉した光を複数の波長に分離する工程と、異なる波長から生成された複数の前記対象物の表面の回折イメージを作成する工程と、

前記回折イメージを分析して前記対象物の欠陥を検出する工程とを具備することを特徴とする光学的検査方法。

【請求項24】 対象物の表面の光学的な検査を行うシステムであって、

複数の波長からなる光を前記対象物の表面に照射する照射手段と、

前記対象物の表面の構造により回折された前記光を捕捉する捕捉手段と、

前記捕捉された光を複数の波長に分離する分離手段と、それぞれ異なる波長から作成された複数の前記対象物の表面の回折イメージを作成するイメージ作成手段と、前記回折イメージを分析して前記対象物の欠陥を検出する欠陥検出手段とを具備することを特徴とする光学的検査システム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学的検査システムに関するものである。具体的に本発明は、限定されるものではないが、回折光を用い、半導体ウェハの表面のように画一的にパターン化された製品表面の自動的な光学的検査のシステム及び方法である。

##### 【0002】

【従来の技術】 処理後の、あるいは処理工程における製品の光学的検査は、単純な目視検査からコンピュータを利用した精密な検査にまで及ぶ。自動化された検査は迅速で、信頼性があり、目視では認識が難しい製品の欠陥を確実に検出することができため、装置及び技術が向上

されるにつれ、ますますその価値が高まっている。

【0003】これは半導体のウェハの工程間検査にもあてはまる。半導体ウェハは複数のステージにより製造され、各ステージでは新規なレイヤーの現像処理や、工程終了後にウェハに組み込まれる電子デバイスの機能部品のための表面構造を設ける処理を行うようになっている。各ステージで設けられた構造は、その表面の選択領域を、エッチングするか或いは入念な処理を行うことによって形成される。多くの場合、エッチングまたはその他の処理を行う領域は、いわゆるフォトレジストと呼ばれる保護剤で上記処理範囲外を覆うことにより形成される。

【0004】まずフォトレジストがウェハ全体の表面に均一に塗布された後、マスクを用いて選択的に表面を露光する。この処理により露光された領域は、例えば可溶性が向上したり低下したりするといった性質が変化する。

【0005】現像の間、使用されるフォトレジストのタイプに応じて露光領域は保持または洗浄されるが、表面残留物が変質するのでウェハ表面を保護するレジストパターンは残される。例えば、エッチング工程の間、非保護領域は一定の深さまで除去され、その後充填または処理が行われる。次いで保護膜のフォトレジストを除去して、所望の表面構造だけを残すようにする。次のステージでは処理の準備がされており、所望の表面構造が完全に形成されるまでプロセスが繰り返される。

【0006】製造工程では、ウェハ表面を頻繁に検査することが好ましく、特にフォトレジスト構造が形成された箇所での検査は好ましい。欠陥の多くは修復可能であり、フォトレジストは比較的容易に除去及び再塗布ができるが、不正な処理を行ったウェハのエッチングを行うと修復がより困難になりコストがかからってしまうので、そのような修復をするよりもむしろその欠陥を予め検出することが最も効果が高い。

【0007】製造工程のウェハは、目視検査を行うこともあるが、一般的には、自動検査システムが用いられる。そのようなシステムでは、電磁エネルギーの一つとして、多くの場合は可視光を、該表面に照射して検査されている。表面からの光の反射によって作られるイメージはコンピュータ処理のため、取り込まれてからデジタル形式に変換される。

【0008】この表面イメージデータは分析され、例えば、ある種の欠陥と関連している異常パターンやこれを暗示するようなパターンが存在するかを決定する。画像分解( *Image Decomposition* )と呼ばれているような技術では、プリミティブと呼ばれる単位により、表面構造のトレース及び描写がされる。

【0009】このような技術は1998年5月6日に出願された「*System and Method of Optically Inspecting Manufactured Devices*」という発明の名称のアメリカ特許出

願番号 09/074、301の出願と、2000年7月18日にアメリカ特許番号6,091,846として権利が発生した「*Method and System for Anomaly Detection*」という発明の名称の一部継続出願であるアメリカ特許出願番号 08/867、156に詳細が記載されている。両方の内容は本願明細書において引用されている。さらに精密なシステムでは、各検査に関連するイメージは後の利用のため、分類され、格納され、そして見出しがつけられるようになっており、欠陥検出過程そのもののエラーを検出し、製造工程を分析するための比較がなされる。これにより、今後同様の欠陥をできる限り抑えるために、根本的な原因を特定するようになっている。

【0010】ウェハの表面から鏡面反射した光のイメージを取り込むことは、効率的かつ包括的に欠陥を検出するには不十分な場合がある。例えば、フォーカスオフセットのような欠陥や、または流在する粒子、ウェハ現像、エッチング若しくは剥離時のエラー又は現像液の不足による焦点ずれは製品表面から回折した光の検査により検出できるということがわかった。適切に製造された半導体ウェハのように、対象となるウェハの表面が、回折(若しくは反射)格子若しくはそれに近い規則的なパターンを形成するほど小さくて十分に均一であるときは、その回折光の分析もまた有用である。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、回折光の利用は、検査の過程を複雑にするという問題がある。例えば、回折格子のピッチ(すなわち通常のウェハ表面距離)が既知であるウェハ表面の特定領域へ単波長光を向ける場合には、一次乃至数次の回折角を予測することはできるが、回折角は回折格子のピッチの度合いによるので、カメラや他のイメージ捕捉装置を使用する場合は回折格子のピッチの時間に伴う変化に応じて、位置を変えなければならないという問題がある。

【0012】つまり、半導体ウェハに普遍的に見られる様々な表面のパターン(すなわち回折格子のピッチ)に適合させるにはカメラ若しくは光源どちらかを再配置しなくてはならない。これは各々の異なる回折格子のピッチは、入射角と関連して異なる回折角を発生することによるためであり、当然、ウェハの配向性は予想される回折角に従って調整できる。しかし、このように調整すると、扱いづらくなりエラーも生じやすいので、望ましくないという問題がある。

【0013】本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであり、検査時の度重なる調整を回避しつつ回折効果を用いて精度の良くウェハ表面の検査を行える半導体ウェハの光学的検査方法及び光学的検査システムを提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため、本発明の主たる観点に係る方法は、半導体ウェハの

表面の構造の光学的な検査を行う方法であって、複数の波長の光を発する光源からウェハ表面に光を照射する工程と、前記ウェハ表面構造により回折された光を捕捉する工程と、前記捕捉した光を複数の波長に分離する工程と、異なる波長から生成された複数の前記ウェハ表面の回折イメージを作成する工程と、前記回折イメージを分析して欠陥を検出する工程とを具備することを特徴とする。

【0015】本発明では、ウェハ表面に、複数の波長の光源を照射する。次いで、1次回折に相当するウェハ表面の角度の構造で回折した光を捕捉する。捕捉した光を複数の波長に分離する。これら異なる波長によりウェハ表面の複数の回折イメージが作成されるようになっている。その後、回折イメージが分析され、構造上の欠陥が検出される。特定波長におけるイメージが選択され、既知の格子ピッチを用いて表面構造を分析し、その波長を計算するようになっている。既知回折格子のピッチがウェハ表面の異なる領域での変化によって、異なる波長が計算され、そして、新たな波長での異なるイメージが選択され分析される。

【0016】本発明の一の形態として、前記ウェハ表面上に光を照射する工程は、複数の波長からなる白色光で前記ウェハ表面を照射することを特徴とする。

【0017】本発明の一の形態として、前記表面構造により回折した光を捕捉する工程は、複数の波長領域の光を捕捉する複数の電荷結合型デバイスを有するカメラを用いて一次回折角における光を捕捉する工程を更に具備することを特徴とする。

【0018】本発明の一の形態として、前記カメラを用いて光を捕捉する工程は、可視光領域の赤、緑及び青の波長を有する光を捕捉する3つの電荷結合型デバイスを有するカメラにより光を捕捉することを特徴とする。

【0019】本発明の一の形態として、前記複数の回折イメージを作成する工程は、前記赤、緑及び青の波長を捕捉するカメラにより捕捉された光をデジタル化する工程と、前記赤、緑及び青の波長領域のそれぞれにおける前記ウェハ表面のデジタル回折イメージを作成する工程とを具備することを特徴とする。

【0020】本発明の一の形態として、前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パターンが形成されているものであり、前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、前記格子ピッチが既知のものでない場合、前記デジタル化した回折イメージを個々に分析して構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする。

【0021】本発明の一の形態として、前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パターンが形成されているものであり、前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、前記格子ピッチが既知のものである場合、前記回折光の波長を算出する工程と、前記算出さ

れた回折光に対応した前記デジタル化した回折イメージを分析し、前記構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする。

【0022】本発明の一の形態として、前記表面構造は、所定の格子ピッチを有する格子パターンが形成されているものであり、前記格子ピッチが既知のものであるかを決定する工程と、前記格子ピッチが既知のものでない場合、前記格子ピッチを決定する工程と、前記回折光の波長を算出する工程と、前記算出した波長に対応するデジタル化した回折イメージを分析し、前記構造の欠陥を検出する工程とを更に具備することを特徴とする。

【0023】本発明の一の形態として、前記ウェハ表面の全スペクトルイメージを捕捉する工程と、前記表面構造のデジタルマップを作成する工程と、前記格子ピッチに相当する前記構造間の距離を算出する工程とを具備することを特徴とする。

【0024】本発明の一の形態として、前記表面構造のデジタルマップを作成する工程は、前記ウェハ表面を所定の数の領域に分割する工程と、前記表面の各領域における前記表面構造のデジタルマップを作成する工程とを具備することを特徴とする。

【0025】本発明の一の形態として、前記捕捉した光を複数の波長に分離する工程の後、ライン検出器を用いて複数の波長の光スペクトルにわたる波長を検出する工程と、デジタル回折イメージを作成し、分析するためには、波長を識別する工程とを更に具備することを特徴とする。

【0026】本発明の一の形態として、前記回折イメージを分析して前記構造の欠陥を検出する工程は、前記回折イメージを統合して全スペクトルデジタルイメージを形成する工程と、前記全スペクトルデジタルイメージを分析して前記構造の欠陥を検出する工程とを具備することを特徴とする。

【0027】本発明の一の形態として、検出された欠陥を、前記欠陥の分類を行う知識ベースに格納された欠陥タイプと比較する工程を更に具備することを特徴とする。

【0028】本発明の一の形態として、前記知識ベースに特定の欠陥となる原因データを格納する工程と、所定の欠陥タイプと前記知識ベースに格納された原因とを用いて検出された欠陥の原因を診断する工程とを更に具備することを特徴とする。

【0029】本発明の別の観点に係るシステムは、半導体ウェハ表面の構造の光学的な検査を行うシステムであって、複数の波長からなる光を前記ウェハ表面に照射する照射手段と、前記ウェハ表面の構造により回折された前記光を捕捉する捕捉手段と、前記捕捉された光を複数の波長に分離する分離手段と、それぞれは異なる波長から作成された複数の前記ウェハ表面の回折イメージを作成するイメージ作成手段と、前記回折イメージを分析し

て前記構造の欠陥を検出する欠陥検出手段とを具備することを特徴とする。

【0030】本発明の一の形態によれば、前記照射手段は複数の波長からなる白色光を発する光源であることを特徴とする。

【0031】本発明の一の形態によれば、前記光捕捉手段は、一次回折角における前記光を捕捉する位置に載置され、複数の波長領域の光を捕捉する複数の電荷結合型デバイスを有するカメラを具備することを特徴とする。

【0032】これにより、検査時の度重なる調整を回避しつつ回折効果を用いて精度の良くウェハ表面の検査を行える。  
10

【0033】本発明の一の形態によれば、前記複数の電荷結合型デバイスは、それぞれ赤、緑及び青の可視光スペクトル波長領域の光を捕捉することを特徴とする。

【0034】本発明の一の形態によれば、前記分離手段は、前記カメラ内にプリズムを具備し、前記プリズムは、前記捕捉した光を分離し、前記複数の電荷結合型デバイスへ前記分離した光を向けることを特徴とする。

【0035】本発明の一の形態によれば、前記イメージ作成手段は、前記複数の電荷結合型デバイスから生じた信号を受け取り、前記ウェハ表面のデジタル回折イメージを作成するデジタルフィルタを具備することを特徴とする。  
20

【0036】本発明の一の形態によれば、前記複数の波長の光スペクトルにわたる波長を検出するライン検出器を更に具備することを特徴とする。

【0037】本発明の一の形態によれば、前記ウェハ表面構造の所定の格子ピッチを分析するために前記回折イメージのうち1つを選択するイメージ選択手段を更に具備することを特徴とする。  
30

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。本発明は対象物の表面の自動光学的検査を実行する際の電磁エネルギーの回折効果を利用するためのシステムと方法である。本発明が適切に構築されたときには、規則的なパターンやパターンの要素が反射する回折格子に近いパターンを形成する表面構造を有する表面の検査に適用できる。上述のとおり、このような表面の一つとしては製造工程中の半導体ウェハの表面を挙げることができる。また、本発明では以下ウェハ検査に適応できる例を説明するが、これに限定されるものではなく、様々な同様の表面検査に有効であることはいうまでもない。

【0039】図1は本発明の実施の形態における半導体ウェハ11を検査するために構成された光学的検査システム10の正面図である。システム10はフォトレストの異常を検出するために用いられるようになっている。このような異常検出システムである光学的検査システム10は以下の光源12、オーバーヘッディメジ捕  
40

捉装置13、回析イメージ捕捉装置14、制御コンピュータ15、そして半導体ウェハ11を保持する支持台16を含む。該光源12は例えば、レーザー光線、X線、イオンビーム、電子、赤外線、紫外線若しくは可視光線を利用して光やエネルギーをウェハの表面に照射する。

【0040】フォトレジストアイランドエッジ(Photoresist Island Edge)等のような構造上のエッジを検出する、本発明の効率及び能力の大部分は、オーバーヘッディメジ捕捉装置13によるめりはりがあって精細なコンポーネントエッジの生成に依存し、そして回析イメージ捕捉装置14による回析角の正確な測定に依存している。そのため、光源12は放射する光を最小限に抑える干渉性の光源であることが好ましい。オーバーヘッディメジ捕捉装置13は一本のライン走査型のカメラやエリヤスキャン型のオーバーヘッディカメラであることが好ましい。回析イメージ捕捉装置14は表面から伝わる光の異なる波長を別々に捕捉できるマルチCCDカメラであることが好ましい。適切なイメージ捕捉装置はとしてはXC0033CCDエリヤスキャンカラーカメラ(ソニー株式会社製)が好ましい。

【0041】図2は多数のチップ18を表面に有する半導体ウェハ11の平面図である。この実施の形態において、検出されるウェハ11は光学的検査システム10の一部である支持台16に配置される。支持台16はウェハを確実に保持する支持体を提供するだけではなく、カメラ13と光源12も同様に保持する。支持台16は、個別の検査に要求される光の焦点と方向を合わせるための、多くの光学レンズと鏡を保持できるようになっている。ここで、ウェハが取り込まれ得るように照射され、それから要求によりデジタル化、記憶化及び分析されることになる。

【0042】本発明における実施形態では、該光源は複数の波長からなる白色光をウェハ表面に上下軸に対する所定の角度で当てるようになっている。ここで回折イメージ捕捉装置14はマルチCCDカメラであり、該白色光を当てられたウェハ表面から反射する光の様々な波長を個別に捕捉するようになっている。より詳しくは、該カメラは、例えば可視光領域の赤、青及び緑のような複数の波長領域を有する光を個別に捕捉するようになっている。このとき、これらの波長領域はカメラに捕らえられたときには可視化されて分離されず、カメラ内部で行われるようになっている。また、回折イメージ捕捉装置14は便利的にカメラを例に説明されるが、本発明によれば(あらゆる電磁放射を含む)反射若しくは回折光を捕捉する装置であればいかなるものでも可能である。

【0043】本来、異なる波長が回折イメージを作り出しているため、別々に捕捉されたイメージはお互いに異なる。複数ある分離されたイメージの中の一つは欠陥があるかどうかの決定に用いる場合に好適である。欠陥に  
50

よっては、他のものがまだ検出可能である一方、検出されないものもある。しかし、どのイメージが決定のために最も有効であるかを前もって予測することは困難であるので、各回折イメージをそれぞれのウェハに対して分析することが好ましい。

【0044】好ましい実施形態においては、本発明は電磁エネルギーの回析現象という利点を有する。ウェハ表面上で現像されたフォトトレジスト構造によって形成された規則パターンは反射格子を作り出し、結果として正反射と同様に回析が起きる。この回析した光の検査を通じて、より簡単に検出可能となる欠陥もある。

【0045】回析光の現象は次の関係式によって説明される。

$$m\lambda = d(\sin \theta_i + \sin \theta_m) \quad (1)$$

ここで、 $\lambda$ は、回析格子(すなわちウェハの表面構造)に照射される光の波長、 $d$ は回析格子のピッチ、 $\theta_i$ は照射される光の入射角し、 $\theta_m$ は回析角、 $m$ は回析の次数を表す。現在のシステムで行われているような、波長がわかっている単波長の光が使用されることにより、回析角は計算され、カメラが適切に配置され、必要とされる回析イメージを取り込む。

【0046】このようなシステムの欠点としては、回析格子のピッチ(表面構造の分離)が種々存在するとき、一般的にはウェハの検査を行う場合にマルチカメラは結果として様々な1次回析角に適応して利用しなければならず、カメラは一つの位置から他の位置へ移動しなければならない。カメラが対応可能な回析角に調整するため、(光源または対象のウェハを移動させて)単波長光の波長若しくは入射角を変化させなければならない。

【0047】これらの調整はいかなるものであっても、欠陥検出処理を不正確にしてしまうという好ましくない問題を生じる。これに対して、本発明のシステムと方法は固定された構造を用いることができる。しかし、ここで用いられているように、固定とは調整できないことを意味するのではなく、通常の操作において、光源の位置及びイメージ捕捉装置が、様々なウェハ構造に適応させるための調整を必要としないという意味である。結果として正確性と効率が向上する。

【0048】本発明の好ましい実施形態においては、ウェハは可視光の全ての波長を含む白色光による照射がされる。それ以外には、異なる照射スペクトルが用いられ、非連続または一以上の異なる光源により発生されたものや、または光学的に個々に分離された光源がある。(これが、本発明の実施に直接には関連しないが、好ましいという理由である。)

【0049】回析効果カメラは、回析格子のピッチの範囲により形成される1次回析格子を捕捉できるように、配置されることが好ましい。これは、回析効果カメラに入る光はそれぞれの波長のイメージに分離されるためである。各回折イメージは、後述するように分析された波

長入の範囲を明示するものである。

【0050】その他の実施形態においては、オーバーヘッドイメージ捕捉装置13は分析用に光を照射されたウェハから得られる全波長の回折イメージを捕捉するという標準的な用い方も可能である。しかし、オーバーヘッドカメラのイメージは、本発明と協働して分析された回析効果カメラから抽出されたデータの範囲を除き、本発明には不要である。他の実施形態においては、マルチCCDカメラのイメージは、全波長イメージを形成するデジタイザによって再結合され得る。全波長イメージは他の検出形式に用いられるか、または後述の回析効果分析との関連に用いられる。

【0051】図3は異常検出及び修正システム(Aomaly Detection and Correction System、以下「ADCS」という。)20とのサブシステムの相関関係を示すブロック図である。ADCSは、本発明の実施形態によるイメージデータを分析する際に使用される、典型的一つである。ADCS中には異常検出・位置選定システム21、検出分類システム22、検出診断システム23、検出修復システム24及び知識ベース25がある。異常検出・位置選定システム21は欠陥の位置を正確に示す。一度欠陥の位置が選定されれば、検出分類システム22が欠陥イメージの記憶された特徴の識別及び利用を行い、検出された欠陥のタイプを決定することになる。一度欠陥タイプが決定されれば、検出診断システム23が、知識ベース25に蓄積された欠陥タイプと既知既知の欠陥原因のデータベースとを適合させ、欠陥の原因を判断することになる。欠陥の原因が予測された後には、検出修復システム24か知識ベース25に蓄積された情報を利用し、欠陥が訂正できるものかを決定し、そうであれば、修復操作を指示する。

【0052】図4は本発明の好ましい実施形態のイメージを捕捉し、照射するシステムの概略図である。光源12は複数の波長の光を発し、検査される表面、ここでは半導体ウェハ11の照射に利用する。当該光は、50/50ビームスプリッタに参照されるような半反射鏡を使用するウェハの表面に対して、再度照射される。当該光は、上下軸に対する入射角 $\theta_i$ でウェハの表面に照らされる。図4は、ウェハ表面上の2ヶ所a、bに対応する、入射とm次回析の角度を示すものである。

【0053】表面からの光は同じ角度、 $\theta_m$ で鏡面反射する(明確にするため、この角度は2つの反射箇所だけで示される)。ウェハ表面構造により生じた回析効果により、m次回析ビームもまた角度 $\theta_m$ でこれらの箇所から広がる。

【0054】マルチCCDカメラ14が回析した光(全部である必要はない)を捕捉する。カメラはプリズム32を有しており、それは入射する光をその構成する波長に分けるものである。3つのCCDカメラ33は3つに

分かれたスペクトル(図4では赤、緑、青を示す)からの光を捕捉し、3つに分離した回折イメージを作り出す。

【0055】3つの捕捉されたイメージ(本発明によれば、2つでも3つ以上でもよい)はデジタルフィルター34によりデジタル化され、デジタルイメージを形成し、コンピュータ15に記憶及び解析のために伝送される。それ以外としては、イメージが統合され、全スペクトルデジタルイメージ35を形成し、コンピュータ15に記憶及び解析のために伝送される。任意ではあるが、プリズム32が入射する光をその構成する波長に区別した後に、ラインセンサ36は、例えば数百という多くの様々な波長の回折イメージを分析する機能を用いてプリズムから発する光のスペクトルが、所望のものとどの程度同じであるかを検出するために用いても良い。

【0056】図5は本発明の方法の一実施形態の工程のフローチャートである。ステップ41では、3台のCCDカメラ14は1次回折角の位置に配置される。ステップ42では、ウェハ表面に好ましくは複数の波長からなる白色光が照射される。ステップ43では、表面の1次回折イメージは3台のCCDカメラによって捕捉され、そしてステップ44ではプリズム32は捕捉された光を構成する波長に区別する。ステップ45では、スペクトル線検出器36は、任意に、プリズムから発する光のスペクトルが、所望のものとどの程度同じであるかを数百という多くの様々な異なる波長のイメージを分析する機能により検出するために用いられる。ステップ46では、3つのカメラCCD33が赤、緑、青の波長領域からの光を捕捉し、ステップ47においてデジタル化される、3つの別々のイメージを作成する。回折効果の利点を得るために、関連する範囲の表面構造で作られた回折格子ピッチdが式において使用される。その際には、既知の波長入を計算するために入射及び回折の角度(光源とカメラが固定された下)が用いられる。回折格子ピッチは規則的に繰り返す表面構造間の距離である。従って、ステップ48において、回折格子ピッチが既知であるかどうかが決定される。もし既知であれば、波長入はステップ49において計算される。ステップ50において、計算された波長に関連するイメージは、その波長が捕捉されたイメージの一つの範囲に入るとの仮定の下、計算される。適切な波長は一般的に捕捉された範囲に入るが、全ての考えられる表面構造が有用な回折イメージを作成することは、本発明が要求することではない。仮に全く発見されなければ、その場合は第二の検査方法が使用されることになる。ステップ51において、欠陥分類システム22、欠陥診断システム23、そして知識ベース25は、分析イメージで検出及び位置選定がされた欠陥の分類及び診断に使用される。

【0057】もし回折格子ピッチがステップ48で既知のものでない場合には、要求があれば、その処理はステップ55に移り、そこで回折格子ピッチが決定される。

回折格子ピッチが要求されない他の実施形態では、その波長の計算が実行される必要はない。回折光はある欠陥を検出するために使用されることは既知であるように(例えば、焦点ずれの欠陥)、様々なエネルギー波長(スペクトル)によって作られる多重に分離した捕捉イメージは、ステップ56において容易に検査や分析が個別になされ、その中のいずれかが欠陥の存在を示しているかを決定することになる。この実施形態においては、当然、回折格子ピッチは既知である必要はない。その回折光の波長や角度が計算される必要がないからである。検出に用いられる波長に関係なく、イメージの一つに表される欠陥は適切に取り込まれる。もちろん、この実施形態は計算の実行との関連では相互排除ではない。これらの方法の組み合わせもまた利用可能である。

【0058】他の実施形態において、ステップ55において回折格子ピッチが要求される場合には、その処理はステップ57に移り、検査システムはウェハ全体の標準フルスペクトラムイメージを、現存する方法に従って、捕捉する。捕捉されたイメージはデジタル化され、知識ベースに蓄積されることが好ましい。ステップ58において、イメージ分解のような技術を使用し、表面上の構造はトレースされる。そして表面構造のデジタルマップが現像され、それがまた当該知識ベースに蓄積される。この技術は、前述の特許出願番号08/867、156と特許番号6、091、846において、より詳しく説明されている。しかしながら、この開示での「イメージ」という用語は特定のデータ構造を意味するものではない。その代わり、本発明による分析に適用される形式である限り、形式には関係なく、要求される波長やスペクトルに関連するデータの設定に言及するものである。

【0059】ステップ59において、捕捉された表面は所定の数の領域に分けられる。そして、各々の構造マップは分析され、その範囲が回折分析に反応する規則的な構造パターンを含んでいるかを決定する。含んでいる場合には、ステップ60において、パターン構成間の距離が計算される。その後ステップ49に戻り、式(1)の回折格子ピッチdが使用される。そして、既知の入射角(固定された光源からの)と回折角(回折効果カメラの方位と関連する)が加わることにより、波長入はこのピッチを用いて計算される。再度、1次回折が計算に用いられることが好ましいが、2次、3次等の回折も同様に使用される。個別に捕捉された特定の分離イメージは、計算された波長の範囲内であり、再度、計算された波長が、利用に供する回折効果カメラの範囲に一致すると仮定して上述した処理に従い、問題となる領域の欠陥に対応して検査される。

【0060】一つ以上のカメラ若しくは光源が利用可能である場合は、ウェハ表面の所定の領域にどれを用いて上記処理を行うか決定する工程を含めても良い。あるいは、一つ以上の光源/カメラを組み合わせて使用するこ

とも可能である。ここで、どれを用いるかによっては、本発明に係る検査は一連の回折誘導型の照射を行っても良いが、例えば全スペクトルの捕捉イメージから決定される適正な波長により1度の照射工程としても良い。

【0061】上述した実施形態では、構造上の格子ピッチの決定のために用いられる表面若しくは表面領域は、例えば所望の表面構造を元に予め決定されているが、例えばそれ以外にも捕捉された表面イメージの構造地図を分析することも可能であり、異なるピッチの領域部分もこの分析により決定することが可能である。予め決められている許容量はこの場合、該表面が不必要に分割されないことを保証するために機能する。各領域の分析では、上述したように1次（又は複数次）回折イメージを得るために適切な波長が計算され、ついで欠陥が決定されるようになっている。従来は装置若しくは検査試料を物理的に調整する必要があるが、本発明ではそのような必要がないので、1つの複数の波長の光の照射がいくつかの領域の回折分析を行うときに有用である場合には本発明の効果は甚大である。

【0062】以上説明した実施形態は、あくまでも本発明の技術的内容を明らかにする意図のものにおいて、本発明はこうした具体例にのみ限定して狭義に解釈されるものではなく、本発明の精神とクレームに述べる範囲で、いろいろと変更して実施することができるものである。

## 【0063】

【発明の効果】以上説明したように、検査時の度重なる調整を回避しつつ回折効果を用いて精度の良くウェハ表面の検査を行える。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施の形態による半導体ウェハの検査するために構成された光学的検査システムの正面図である。

【図2】表面上に複数のチップを有する半導体ウェハの正面図である。

【図3】本発明の実施の形態によるADC Sのサブシステムの相互関係を図示している構成図である。

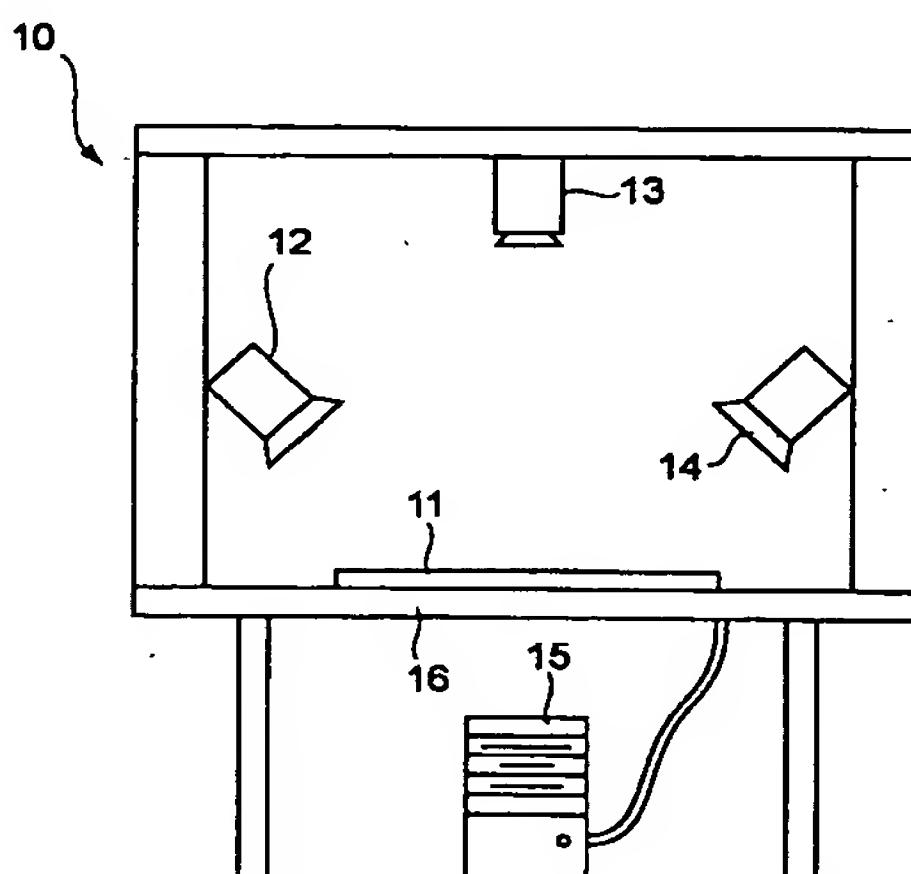
【図4】本発明の好ましい実施の形態による照明及びイメージ捕捉の簡略図である。

【図5】本発明の方法の一実施の形態を示す工程のフローチャートである。

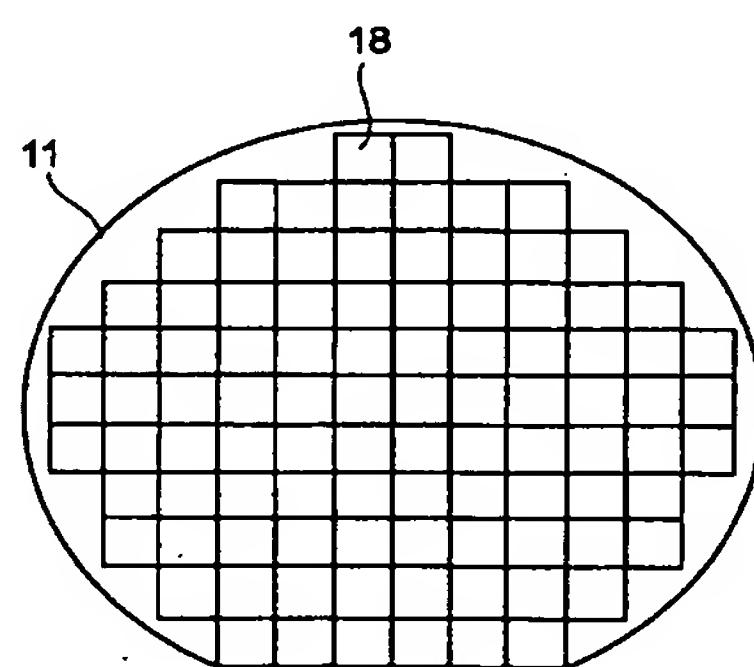
## 【符号の説明】

- 10 光学的検査システム
- 11 半導体ウェハ
- 12 光源
- 13 オーバーヘッディメジ捕捉装置
- 14 回折イメージ捕捉装置
- 15 制御コンピュータ
- 16 支持台

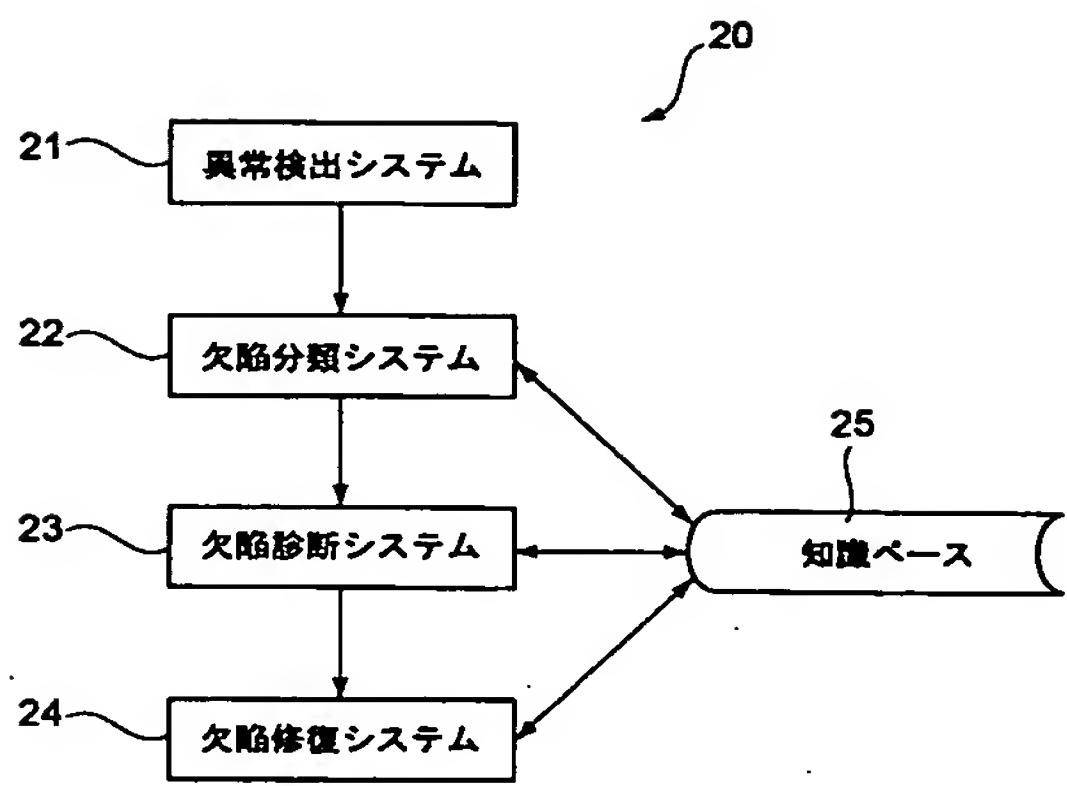
【図1】



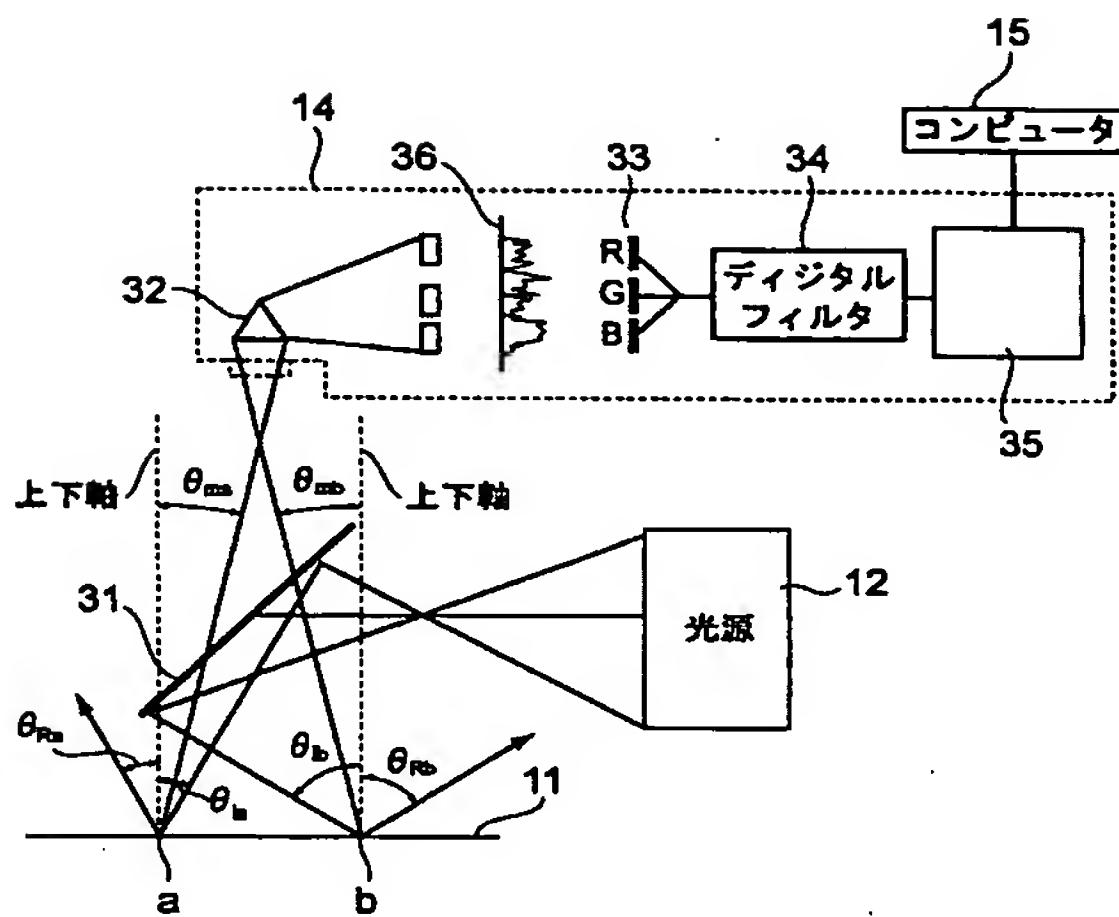
【図2】



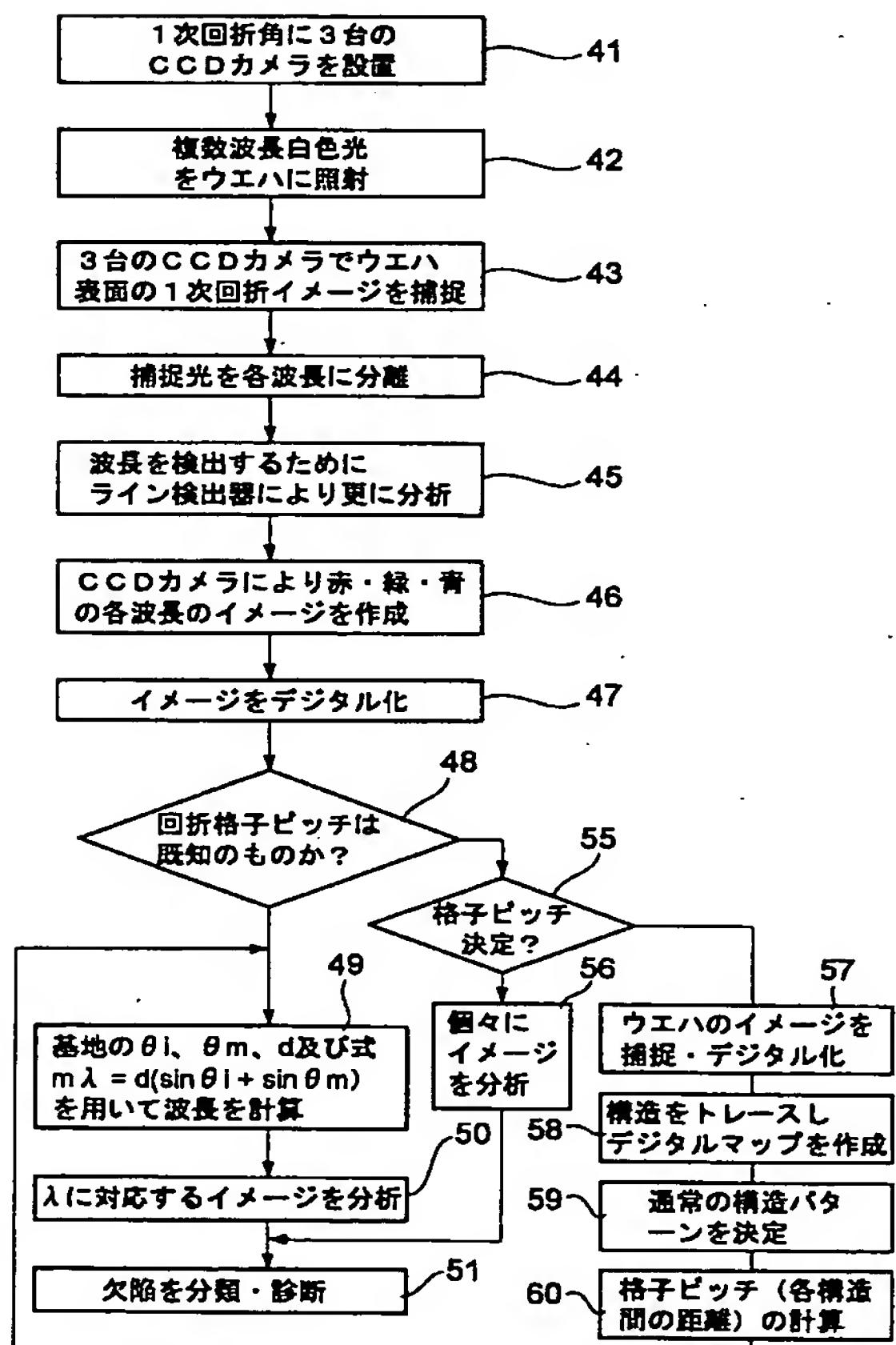
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

(72)発明者 キャスリーン エイ ヘネシー  
アメリカ合衆国 75080 テキサス州 リ  
チャードソン、エディスサークル 1137

(72)発明者 ユーリン リン  
アメリカ合衆国 75082 テキサス州 リ  
チャードソン、ヒルローズドライブ  
3505

(72)発明者 ヨンキャン リウ  
アメリカ合衆国 75025 テキサス州 プ  
ラノ、チャンティリードライブ 3316

(72)発明者 ヨンハン フー  
アメリカ合衆国 75025 テキサス州 プ  
ラノ、ハンターズラン 2413

(72)発明者 山下 剛秀  
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 下村 一郎  
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

F ターム(参考) 2F065 AA01 AA49 BB02 BB18 CC19  
DD06 FF42 FF48 GG24 HH12  
JJ03 JJ05 JJ26 LL00 LL46  
LL67 PP01 PP11 QQ03 QQ23  
QQ33  
2G051 AA51 AB01 AB02 BA01 BA08  
BA10 BA20 BB01 BB05 CA04  
CB01 CB05 CB06 CC11 EA12  
EA14 EA17 ED30  
4M106 AA01 BA04 CA39 DB03 DB04  
DJ21 DJ23